



Società Autostrada Tirrenica p.A.

GRUPPO AUTOSTRADALE PER L'ITALIA S.p.A.

**AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA  
LOTTO 4**

**TRATTO: GROSSETO SUD – FONTEBLANDA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**INFRASTRUTTURA STRATEGICA DI PREMINENTE INTERESSE  
NAZIONALE LE CUI PROCEDURE DI APPROVAZIONE SONO REGOLATE  
DALL' ART. 161 DEL D.LGS. 163/2006**

**AU-CORPO AUTOSTRADALE**

**OPERE D'ARTE MINORI**


**Sottovia (L<10m)**

**Tipologie prolungamenti**

**Relazione descrittiva e di calcolo**

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE<br/>SPECIALISTICA</b><br>Ing. Guido Furlanetto<br>Ord. Ingg. Milano N.10984<br><b>RESPONSABILE UFFICIO STR</b> | <b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE<br/>PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b><br>Ing. Alessandro Alfì<br>Ord. Ingg. Milano N. 20015<br><b>COORDINATORE GENERALE APS</b> | <b>IL DIRETTORE TECNICO</b><br>Ing. Maurizio Torresi<br>Ord. Ingg. Milano N. 16492<br><b>RESPONSABILE DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURE</b> |
|---|--|---|

|                       |                 |         |        |                |               |           |      |
|-----------------------|-----------------|---------|--------|----------------|---------------|-----------|------|
| RIFERIMENTO ELABORATO |                 |         |        |                | DATA:         | REVISIONE |      |
| DIRETTORIO            |                 | FILE    |        |                | FEBBRAIO 2011 | n.        | data |
| —                     | codice commessa | N.Prog. | unita' | n. progressivo |               |           |      |
| —                     | 12121401        | STR050  | —      | —              | SCALA:        | —         |      |

|   |  |   |
|---|--|---|
|  <b>ingegneria<br/>europea</b> | ELABORAZIONE<br>GRAFICA<br>A CURA DI :     |   |
|   | ELABORAZIONE<br>PROGETTUALE<br>A CURA DI : |   |
| CONSULENZA<br>A CURA DI :   | IL RESPONSABILE<br>UFFICIO/UNITA'          | Ing. Guido Furlanetto O.I. Milano N.10984 |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>RESPONSABILE DI COMMESSA</b><br>Ing. Giambattista Brancaccio<br>Ord. Ingg. Roma N. 15710<br><b>COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO</b> | <b>VISTO DEL COMMITTENTE</b><br> | <b>VISTO DEL CONCEDENTE</b><br> |
|--|---|--|

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. PREMESSA</b> .....                                       | <b>3</b>  |
| 1.1. SOTTOVIA SCATOLARI.....                                   | 3         |
| 1.2. MURI DI RISVOLTO.....                                     | 5         |
| <b>2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....                       | <b>6</b>  |
| <b>3. MATERIALI</b> .....                                      | <b>7</b>  |
| <b>4. GEOTECNICA</b> .....                                     | <b>9</b>  |
| <b>5. CARICHI, COMBINAZIONE DELLE AZIONI E VERIFICHE</b> ..... | <b>10</b> |
| 5.1. ANALISI DEI CARICHI.....                                  | 10        |
| 5.1.1. Carichi permanenti.....                                 | 10        |
| 5.1.2. Carichi variabili da traffico.....                      | 12        |
| 5.1.3. Forza di frenamento.....                                | 14        |
| 5.1.4. Azioni sismiche.....                                    | 14        |
| 5.2. COMBINAZIONE DELLE AZIONI.....                            | 15        |
| 5.3. VERIFICHE.....  | 17        |
| <b>6. SCATOLARE 5.00 X 3.00</b> .....                          | <b>19</b> |
| 6.1. DATI DI INPUT.....  | 19        |
| 6.2. CARICHI APPLICATI E SOLLECITAZIONI.....                   | 19        |
| 6.2.1. Condizioni di carico.....                               | 19        |
| 6.2.2. Combinazioni di carico.....                             | 20        |
| 6.2.3. Analisi della spinta.....                               | 23        |
| 6.2.4. Inviluppo sollecitazioni.....                           | 24        |
| 6.3. VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI.....                        | 25        |
| <b>7. SCATOLARE 7.50 X 4.50</b> .....                          | <b>29</b> |
| 7.1. DATI DI INPUT.....  | 29        |
| 7.2. CARICHI APPLICATI E SOLLECITAZIONI.....                   | 30        |
| 7.2.1. Condizioni di carico.....                               | 30        |
| 7.2.2. Combinazioni di carico.....                             | 31        |
| 7.2.3. Analisi della spinta.....                               | 35        |
| 7.2.4. Inviluppo sollecitazioni.....                           | 37        |
| 7.3. VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI.....                        | 38        |
| <b>8. MURI DI RISVOLTO</b> .....                               | <b>42</b> |
| 8.1. ANALISI DEI CARICHI.....                                  | 42        |
| 8.1.1. Carichi permanenti.....                                 | 42        |
| 8.1.2. Sovraccarichi accidentali.....                          | 42        |
| 8.1.3. Azione sismica.....                                     | 42        |
| 8.2. CARICHI APPLICATI, COMBINAZIONI E SOLLECITAZIONI.....     | 43        |
| 8.2.1. Condizioni di carico.....                               | 43        |
| 8.2.2. Combinazioni delle azioni.....                          | 43        |
| 8.3. MURO DI RISVOLTO $H_p$ 4.50.....                          | 47        |
| 8.3.1. Geometria muro e fondazione.....                        | 47        |
| 8.3.2. Caratteristiche terreni.....                            | 48        |
| 8.3.3. Condizioni di carico.....                               | 50        |
| 8.3.4. Impostazioni analisi.....                               | 50        |
| 8.3.5. Analisi delle spinte.....                               | 51        |

---

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 8.3.6. | <i>Quadro riassuntivo dei coefficienti di sicurezza calcolati</i> ..... | 79  |
| 8.3.7. | <i>Sollecitazioni sulla struttura</i> .....                             | 80  |
| 8.3.8. | <i>Verifiche elementi strutturali</i> .....                             | 82  |
| 8.4.   | MURO DI RISVOLTO H <sub>p</sub> 7.50 .....                              | 91  |
| 8.4.1. | <i>Geometria muro e fondazione</i> .....                                | 91  |
| 8.4.2. | <i>Caratteristiche terreni</i> .....                                    | 92  |
| 8.4.3. | <i>Condizioni di carico</i> .....                                       | 94  |
| 8.4.4. | <i>Impostazioni analisi</i> .....                                       | 94  |
| 8.4.5. | <i>Analisi delle spinte</i> .....                                       | 95  |
| 8.4.6. | <i>Quadro riassuntivo dei coefficienti di sicurezza calcolati</i> ..... | 123 |
| 8.4.7. | <i>Sollecitazioni sulla struttura</i> .....                             | 123 |
| 8.4.8. | <i>Verifiche elementi strutturali</i> .....                             | 126 |

## 1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo comprende l'analisi e le successive verifiche strutturali delle opere necessarie alla realizzazione dei prolungamenti di sottovia scatolari esistenti, facenti parte delle opere minori relative ai lavori di adeguamento del Lotto 4, tratto Grosseto Sud – Fonteblanda, dell'autostrada A12 Rosignano-Civitavecchia.

Si riortano in relazione ,pertanto, sia le analisi sella struttura scatolare che dei muri di risvolto.

### 1.1. Sottovia scatolari

Si tratta di strutture scatolari in c.a. gettate in opera a singola canna, distinte nelle 2 diverse tipologie riportate nell'elaborato **STR051** al quale si rimanda.

Dato l'elevato numero di tipologie utilizzate, le analisi sono state condotte per le sezioni tipo riportate di seguito:

**5.00 x 3.00**

**7.50 x 4.50**

L'elaborazione dei calcoli statici e le verifiche di stabilità, condotte secondo il metodo degli stati limite, è stata condotta con l'ausilio del programma di calcolo "**SCATIO**" prodotto da **Aztec informatica**, per maggiori dettagli si rimanda alla relativa tavola.

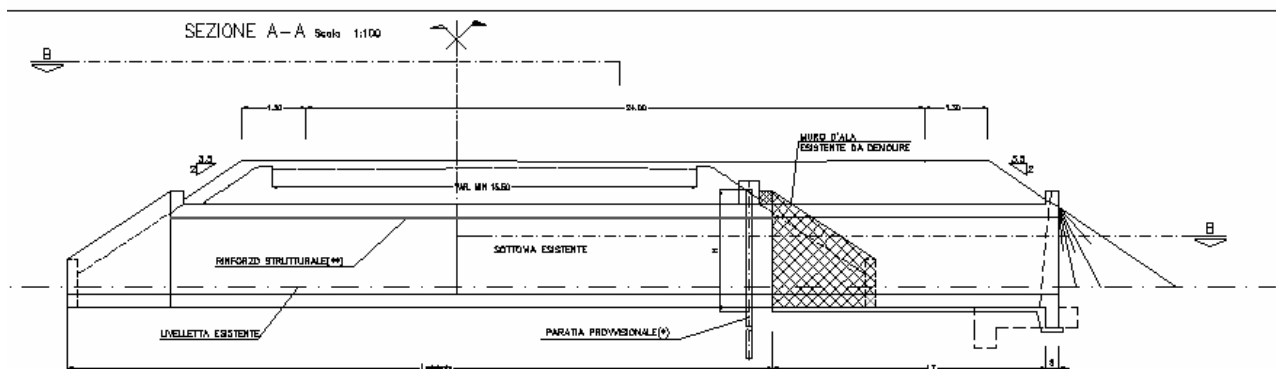


Figura 1: Sezione longitudinale prolungamento sottovia

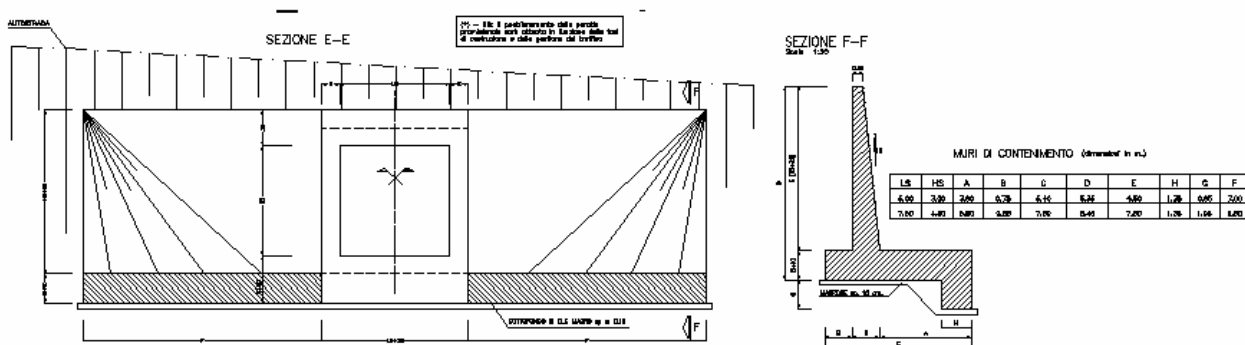
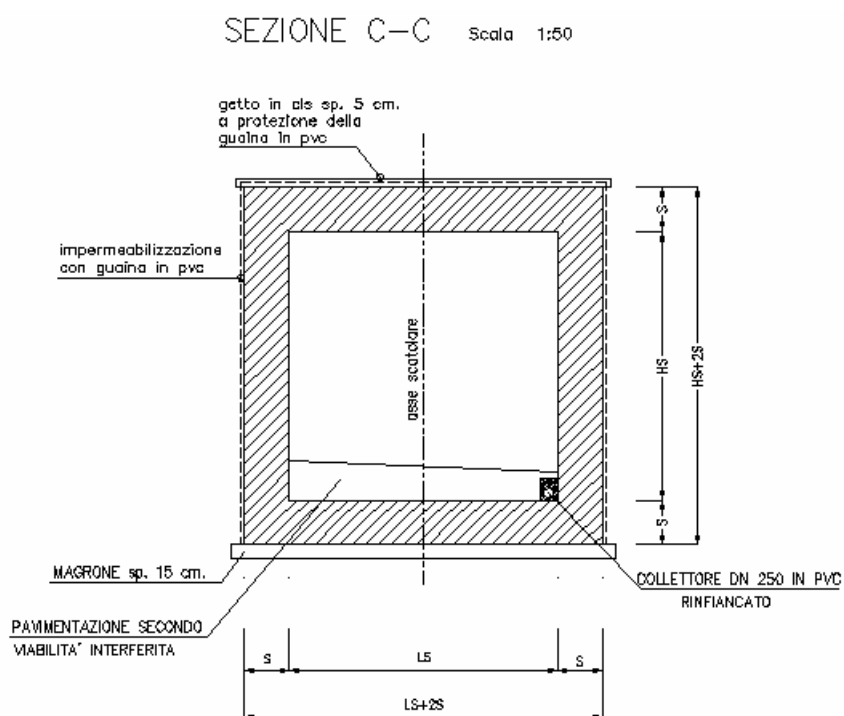


Figura 2: Sezione trasversale prolungamento sottovia



SOTTOVIA SCATOLARI (dimensioni in m.)

| WBS  | SC   | PRG       | Ls x Hs   | S    | Lt(DX) | Lt(SX) | Demolizione parziale opera esistente (mc) |
|------|------|-----------|-----------|------|--------|--------|---|
| CS01 | SC01 | 0+289,59  | 4,50x4,00 | 0,80 |        | 14,76  | 48,48                                     |
| CS10 | SC02 | 4+874,82  | 4,50x4,00 | 0,80 | 29,70  | -      | 35,55                                     |
| CS15 | SC04 | 12+049,55 | 4,50x3,00 | 0,80 | 13,50  | -      | 8,50                                      |

Figura 3: Sezione trasversale tombini

## **1.2. Muri di risvolto**

Si tratta di strutture in c.a. gettate in opera, con altezza variabile, a sostegno del rilevato in prossimità dello scatolare.

Per l'elaborazione dei calcoli statici e per le verifiche di stabilità, condotte secondo il metodo degli stati limite, è stato impiegato il programma di calcolo "**MAX10**" prodotto da *Aztec informatica*.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relativa tavola.

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione dei calcoli si fa riferimento alla legislazione vigente con particolare riferimento alle seguenti norme:

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- - Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- - D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- - D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- - D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- - D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- - D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- - Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- - Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche 2008 (D.M. 14/01/2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

### 3. MATERIALI

Per la realizzazione dei sottovia scatolari è previsto l'utilizzo dei materiali aventi le seguenti caratteristiche:

#### - *Tombini scatolari*

##### Calcestruzzo - Fondazioni ed elevazioni

|   |                            |
|---|----------------------------|
| Classe del calcestruzzo (C32/40)                | $R'_{ck} \geq 40.00$ [MPa] |
| Resistenza caratteristica $f_{ck}$ calcestruzzo | = 33.20 [MPa]              |
| Resistenza media a trazione semplice $f_{cm}$   | = 41.20 [MPa]              |
| Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd}$   | = 18.81 [MPa]              |
| Modulo elastico $E_c$                           | = 33149 [MPa]              |
| Classe di esposizione                           | XC4                        |

#### - *Muri*

##### Calcestruzzo - Fondazioni

|   |                            |
|---|----------------------------|
| Classe del calcestruzzo (C28/35)                | $R'_{ck} \geq 35.00$ [MPa] |
| Resistenza caratteristica $f_{ck}$ calcestruzzo | = 29.05 [MPa]              |
| Resistenza media a trazione semplice $f_{cm}$   | = 37.05 [MPa]              |
| Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd}$   | = 16.46 [MPa]              |
| Modulo elastico $E_c$                           | = 32588 [MPa]              |
| Classe di esposizione                           | XC2                        |

##### Calcestruzzo - Elevazioni:

|   |                            |
|---|----------------------------|
| Classe del calcestruzzo (C32/40)                | $R'_{ck} \geq 40.00$ [MPa] |
| Resistenza caratteristica $f_{ck}$ calcestruzzo | = 33.20 [MPa]              |
| Resistenza media a trazione semplice $f_{cm}$   | = 41.20 [MPa]              |
| Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd}$   | = 18.81 [MPa]              |
| Modulo elastico $E_c$                           | = 33149 [MPa]              |
| Classe di esposizione                           | XC4                        |



Acciaio:

|   |                    |
|---|--------------------|
| Acciaio per armatura ordinaria                  | B450C (ex Fe B44k) |
| Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ | $\geq 430$ [MPa]   |
| Resistenza di calcolo $f_{yd}$                  | $= 374$ [MPa]      |
| Modulo elastico $E_s$                           | $= 210000$ [MPa]   |
| Copriferro per fondazioni ed elevazioni         | $= 40.00$ mm       |

N.B. Materiali conformi alle norme: UNI EN 206-1: 2006  
UNI EN 11104: 2004  
UNI EN ISO 15630: 2004

## 4. GEOTECNICA

Le tipologie di terreno in situ, che interessano le opere, sono state cautelativamente generalizzate ad un terreno per le quali si adottano i seguenti parametri:

### *Terreno di Fondazione*

|                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| peso di volume naturale $\gamma$ | = 19 kN/m <sup>3</sup>      |
| angolo di attrito $\phi'$        | = 25°                       |
| coesione drenata $c'$            | = 0 kPa                     |
| W molle di fondazione            | = 8000 kN/m <sup>2</sup> /m |

Essendo previsto, per i terreni di ricoprimento e di rinfranco, l'utilizzo del materiale da rilevato autostradale, sono state considerate le seguenti caratteristiche meccaniche:

### *Rilevato*

|                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| peso di volume naturale $\gamma$ | = 19 kN/m <sup>3</sup> |
| angolo di attrito $\phi'$        | = 35°                  |
| coesione drenata $c'$            | = 0 kPa                |

La modellazione del terreno è stata condotta secondo lo schema alla Winkler; nello specifico le molle di fondazione presentano una rigidezza rappresentata dalle costanti sopra riportate, mentre quelle laterali hanno una rigidezza pari a :

$$W_1 \text{ per molle laterali} = 1000 \text{ kN/m}^2/\text{m} \text{ (a vantaggio di sicurezza)}$$

Per lo schema statico della modellazione si è considerato un metro dello scatolare con le dimensioni delle sezioni riportate in precedenza.

## 5. CARICHI, COMBINAZIONE DELLE AZIONI E VERIFICHE

### 5.1. *Analisi dei carichi*

#### 5.1.1. Carichi permanenti

##### Peso Proprio Elementi Strutturali:

I pesi degli elementi strutturali sono dedotte automaticamente dal programma in base al peso specifico del materiale calcestruzzo.

##### Carichi Permanenti agenti sulla soletta superiore:

Peso Specifico del Terreno  $\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3$  ;

Angolo attrito interno Terreno  $\phi = 35^\circ$

Spessore ricoprimento

Sottovia 5.00 x 3.00  $h_r = 2.20 \text{ m}$

Sottovia 7.50 x 4.50  $h_r = 1.00 \text{ m}$

Peso Pacchetto Stradale  $= 5.00 \text{ kN/ml}$

##### Spinte Laterali Carichi Permanenti (spinta simmetrica, spinta asimmetrica, spinta idraulica):

Le spinte nel terreno sono valutate nelle diverse condizioni:

$K_o$  = coefficiente di spinta a riposo

$K_a$  = coefficiente di spinta attiva

$K_s$  = coefficiente di spinta in condizioni sismiche

I valori dei coefficienti sono riportati nei paragrafi successivi.

La spinta in calotta viene calcolata come prodotto tra il peso di volume del terreno per l'altezza del ricoprimento (Spessore dello strato di terreno superiore). Quindi la pressione in calotta è fornita dalla seguente relazione  $P = \gamma H$ .

Per i sovraccarichi, concentrati e/o distribuiti, presenti al piano campagna si considera una diffusione nel terreno secondo un angolo, rispetto alla verticale, pari a  $30^\circ$ .

Si assume che sui piedritti agisca la spinta statica calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione

$$K_0 = 1 - \sin\phi$$

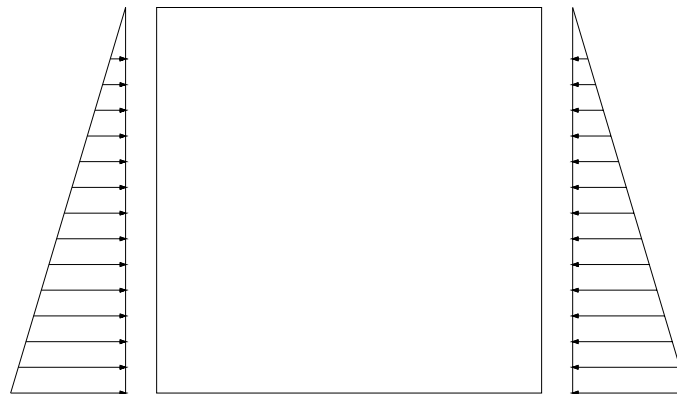
dove  $\phi$  rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfiango.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità  $z$  e la spinta totale sulla parete di altezza  $H$  valgono

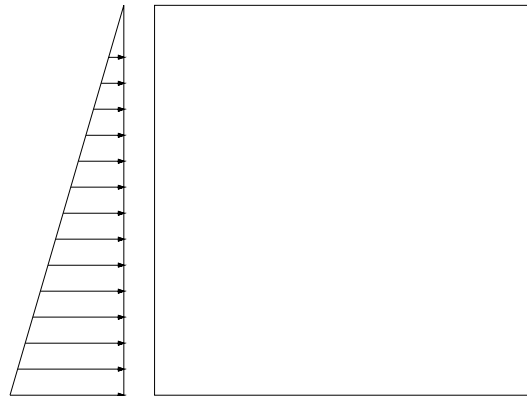
$$\sigma = \gamma z K_0 + p_v K_0$$

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_0 + p_v K_0 H$$

dove  $p_v$  è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.



*Spinta simmetrica*



*Spinta asimmetrica*

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

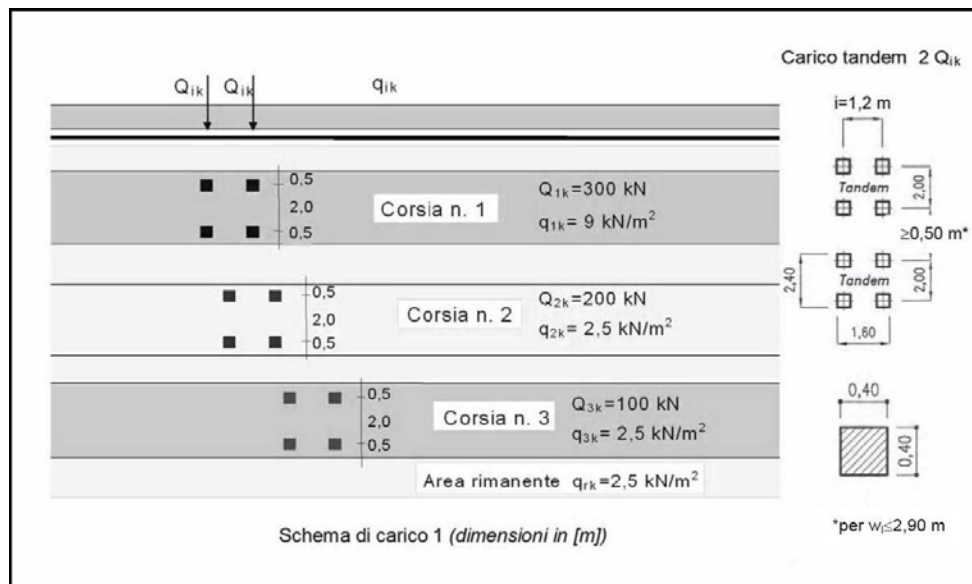
$$\gamma_a = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{\text{sat}}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una

pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

### 5.1.2. Carichi variabili da traffico

Secondo quanto riportato nelle Norme Tecniche 2008 (D.M. 14/01/2008) si considerano i carichi mobili da traffico  $q_{1,a}$  (mezzo convenzionale a due assi disposti come indicato nello schema in figura)



Altezza Soletta superiore

5.00 x 3.00  $h_r = 2.20\text{ m}$   $s = 0.60\text{ m}$

7.50 x 4.50  $h_r = 1.00\text{ m}$   $s = 1.00\text{ m}$

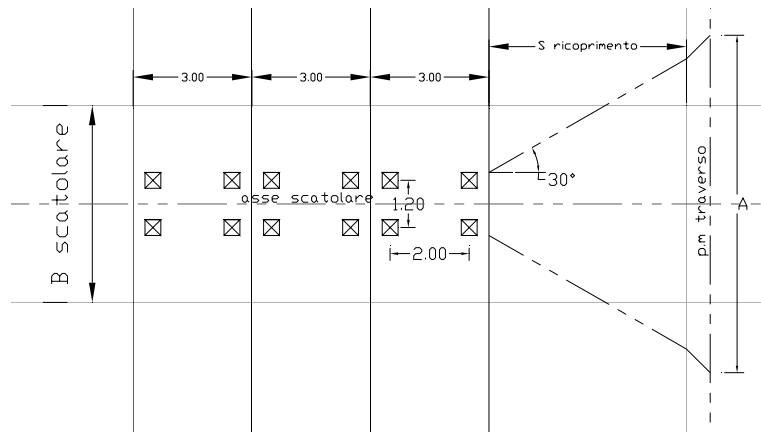
Larghezza di una corsia convenzionale 3.00 m

Si considerano le corsie convenzionali di carico sopra descritte.

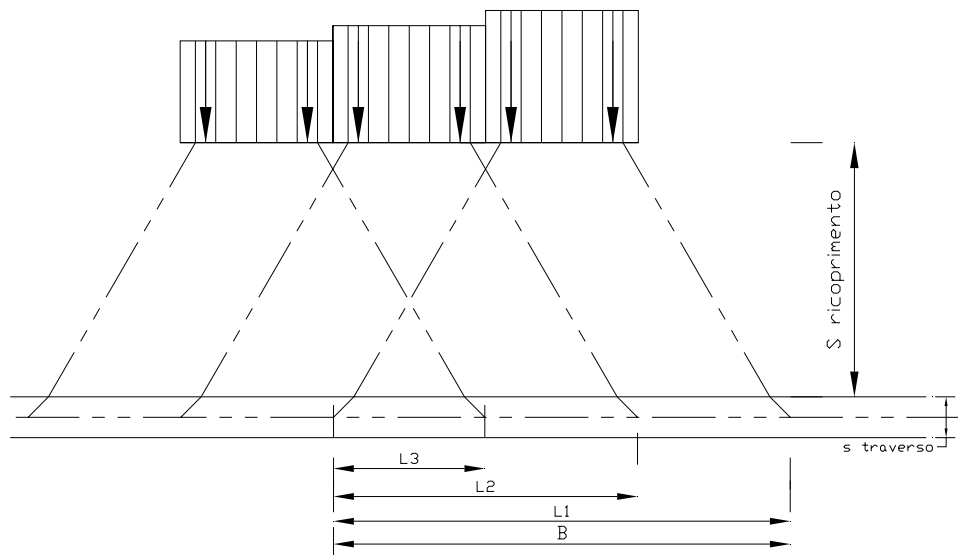
Per spessori del ricoprimento  $h \leq 1.00\text{ m}$ , il carico  $Q_{1k}$  è considerato applicato direttamente sulla soletta superiore con le forze concentrate posizionate per simulare le situazioni più gravose. L'intensità di tali forze è stata ottenuta considerando che la fascia di soletta di calcolo ha larghezza, come detto, di 1.00m e che in pianta le forze concentrate hanno distanza, lungo lo stesso asse, di 2.00m ed infine l'ingombro totale del mezzo nella stessa direzione è pari a 3.00m. Ma a vantaggio di sicurezza si è considerata la fascia di scatolare più sfavorita sulla quale agisce direttamente l'impronta del mezzo pesante trascurando l'effetto piastra che la stessa fascia ha con quelle adiacenti ad essa e che con essa collaborano ripartendo parte del carico.

L'intensità di ciascun carico concentrato, applicata direttamente al piano campagna, è stata considerata pari a 150 kN; è stato inoltre applicato a un carico distribuito  $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$ .

Diversamente, in presenza di spessori  $h > 1.00\text{m}$ , si considera un carico distribuito derivante dalla diffusione dei carichi tandem. Tali carichi, considerati applicati su un'impronta di  $1.20\text{m} \times 2.00\text{m}$ , vengono diffusi a  $30^\circ$  all'interno dello strato di rilevato e di pavimentazione e a  $45^\circ$  all'interno di metà spessore della soletta, in modo da avere il risultato di tale distribuzione sul piano medio della soletta stessa.



**Diffusione Carichi Concentrati in direzione trasversale**



**Diffusione Carichi Concentrati in direzione longitudinale**

$$A = 1.2 + 0.4 + 2 (s/2 \times \text{tg}45 + h \times \text{tg}30)$$

$$B = 2.0 + 0.4 + 2 (s/2 \times \text{tg}45 + h \times \text{tg}30)$$

Dalla diffusione dei carichi tandem si ottiene per ogni corsia il relativo carico e l'eventuale sovrapposizione delle aree di influenza relative ad ogni asse; il carico totale è dato da:

$$Q^* = \frac{2 \cdot Q_1}{A \cdot B} + \frac{2 \cdot Q_2}{A \cdot B} \cdot \frac{L_2}{L_1} + \frac{2 \cdot Q_3}{A \cdot B} \cdot \frac{L_3}{L_1}$$

I diversi contributi vengono sommati se l'estensione della sovrapposizione è di segno positivo.

Si riporta l'entità dei carichi distribuiti per i diversi scatolari per i quali si considera la diffusione dei carichi in soletta:

**5.00 x 3.00    h<sub>r</sub> = 2.20 m    s = 0.60 m**

**Ripartizione del carico tandem da traffico veicolare sul piano medio del traverso del tombino**

Approfondimento dello scatolare **2.2 m**

Spessore traverso scatolare **0.6 m**

Angolo di diffusione nel terreno **30°**      0.524 rad

Angolo di diffusione nel traverso **45°**      0.785 rad

impronta carico Qi lungo X      0.4 m

impronta carico Qi lungo Y      0.4 m

Dist tra due assi tandem (lungo X)      2 m

Asse tandem (lungoY)      1.2 m

|                 | Qi (KN) | qi (KN/m2) | W corsia (m) | Sul piano medio del traverso |      | Sovrapposizione della prima corsia con le succes:Ripartito |         | Qi (KN/m <sup>2</sup> ) |                 |
|-----------------|---------|------------|--------------|------------------------------|------|--|---------|-------------------------|-----------------|
|                 |         |            |              | B                            | A    |  |         |                         |                 |
| <b>corsia 1</b> | 300     | 9          | <b>3</b>     | 5.54                         | 4.74 | <b>L1</b>  | 5.54 m  | <b>22.85</b>            | <b>corsia 1</b> |
| <b>corsia 2</b> | 200     | 2.5        | <b>3</b>     | 5.54                         | 4.74 | <b>L2</b>  | 2.54 m  | <b>15.23</b>            | <b>corsia 2</b> |
| <b>corsia 3</b> | 100     | 2.5        | <b>3</b>     | 5.54                         | 4.74 | <b>L3</b>  | -0.46 m | <b>7.62</b>             | <b>corsia 3</b> |
| <b>corsia 4</b> | 0       | 2.5        | <b>1.5</b>   | 5.54                         | 4.74 | <b>L4</b>  | -3.46 m | <b>0.00</b>             | <b>corsia 4</b> |
|                 |         |            | <b>Area</b>  | 26.26                        | m2   |  |         |                         |                 |

Carico Ripartito con sovrapposizione **29.8** KN/m<sup>2</sup>  
 $\frac{2 \cdot Q_1}{A \cdot B} + \frac{2 \cdot Q_2}{A \cdot B} \cdot \frac{L_2}{L_1} + \frac{2 \cdot Q_3}{A \cdot B} \cdot \frac{L_3}{L_1}$

Il carico q<sub>1k</sub>, relativo alla corsia di carico numero 1, si considera applicato direttamente al piano campagna.

**5.1.3. Forza di frenamento**

Considerando che la fascia di soletta di calcolo ha la larghezza di 1.00m e che in pianta le forze concentrate hanno distanza, lungo lo stesso asse, di 2.00m, è stata determinata la forza di frenamento in funzione di un solo asse del carico verticale agente sulla corsia convenzionale n.1:

$$q_3 = 0.6 (Q_{1k}) + 0.10 q_{1k} w_1 L \quad \text{in cui } L \text{ è riferito alla luce dello scatolare}$$

**5.1.4. Azioni sismiche**

Le azioni sismiche vengono valutate in base alle accelerazioni massime attese in superficie.

Si fanno le seguenti assunzioni:

- Comune di Grosseto
- Vita nominale opera 50 anni
- Classe d'uso opera IV
- Cat. Sottosuolo C

Cat. Topografica T1

Si riporta nel seguito un riepilgo dei parametri necessari alla valutazione dello spettro di progetto per stato limite ultimo (SLV-salvaguardia vita) e di esercizio (SLD – danno)

**Parametri indipendenti**

| STATO LIMITE | SLV     |
|--------------|---------|
| $a_g$        | 0.079 g |
| $F_o$        | 2.802   |
| $T_C^*$      | 0.297 s |
| $S_s$        | 1.500   |
| $C_C$        | 1.568   |
| $S_T$        | 1.000   |
| $q$          | 1.500   |

**Parametri indipendenti**

| STATO LIMITE | SLD     |
|--------------|---------|
| $a_g$        | 0.044 g |
| $F_o$        | 2.668   |
| $T_C^*$      | 0.252 s |
| $S_s$        | 1.500   |
| $C_C$        | 1.654   |
| $S_T$        | 1.000   |
| $q$          | 1.000   |

**Parametri dipendenti**

|          |         |
|----------|---------|
| $S$      | 1.500   |
| $\gamma$ | 0.667   |
| $T_B$    | 0.155 s |
| $T_C$    | 0.465 s |
| $T_D$    | 1.917 s |

**Parametri dipendenti**

|          |         |
|----------|---------|
| $S$      | 1.500   |
| $\gamma$ | 1.000   |
| $T_B$    | 0.139 s |
| $T_C$    | 0.417 s |
| $T_D$    | 1.775 s |

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta del terreno, valutato con la formula di **Wood**, può essere calcolato come:

$$\Delta P_d = \alpha \gamma H^2$$

$$\alpha = a_g/g * S_s * \beta_m * S_t$$

H è l'altezza sulla quale agisce la spinta; il punto di applicazione va preso a metà altezza.

Oltre a questo incremento di spinta bisogna tenere conto delle forze orizzontali d'inerzia  $F_i$  delle masse strutturali, includendo in esse anche la massa del terreno stabilizzante a tergo del paramento:

$$F_i = k \cdot W$$

dove:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

con

$$a_{max} = \text{accelerazione orizzontale massima attesa al sito} = S \times a_g = S_s \times S_T \times a_g$$

$g$  = accelerazione di gravità.

Il punto di applicazione va preso a metà altezza.

## 5.2. Combinazione delle azioni

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri



caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi permanenti e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e lasciati inalterati i carichi.

Operando in tal modo si ottengono valori delle spinte (azioni) maggiorate e valori di resistenza ridotti e pertanto nelle verifiche globali è possibile fare riferimento a coefficienti di sicurezza unitari.

### Simbologia adottata

|          |  |
|----------|--|
| $\gamma$ | Coefficiente di partecipazione della condizione        |
| $\Psi$   | Coefficiente di combinazione della condizione          |
| C        | Coefficiente totale di partecipazione della condizione |

### Norme Tecniche 2008

### Simbologia adottata

|                     |   |
|---------------------|---|
| $\gamma_{G1sfav}$   | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti                 |
| $\gamma_{G1fav}$    | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti                  |
| $\gamma_{G2sfav}$   | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali |
| $\gamma_{G2fav}$    | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali  |
| $\gamma_Q$          | Coefficiente parziale sulle azioni variabili                              |
| $\gamma_{tan\phi'}$ | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato         |
| $\gamma_{c'}$       | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata                 |
| $\gamma_{cu}$       | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata             |
| $\gamma_{qu}$       | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo                      |

### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

#### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| <i>Carichi</i>             | <i>Effetto</i> |                   | <i>A1</i> | <i>A2</i> |
|----------------------------|----------------|-------------------|-----------|-----------|
| Permanenti                 | Favorevole     | $\gamma_{G1fav}$  | 1.00      | 1.00      |
| Permanenti                 | Sfavorevole    | $\gamma_{G1sfav}$ | 1.35      | 1.00      |
| Permanenti non strutturali | Favorevole     | $\gamma_{G2fav}$  | 0.00      | 0.00      |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevole    | $\gamma_{G2sfav}$ | 1.50      | 1.30      |
| Variabili                  | Favorevole     | $\gamma_{Qfav}$   | 0.00      | 0.00      |
| Variabili                  | Sfavorevole    | $\gamma_{Qsfav}$  | 1.50      | 1.30      |

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i>                     |                     | <i>M1</i> | <i>M2</i> |
|--------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{tan\phi'}$ | 1.00      | 1.25      |
| Coesione efficace                    | $\gamma_{c'}$       | 1.00      | 1.25      |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$       | 1.00      | 1.40      |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$       | 1.00      | 1.60      |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_{\gamma}$   | 1.00      | 1.00      |

### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

#### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| Carichi    | Effetto     |                   | A1   | A2   |
|------------|-------------|-------------------|------|------|
| Permanenti | Favorevole  | $\gamma_{G1fav}$  | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti | Sfavorevole | $\gamma_{G1sfav}$ | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti | Favorevole  | $\gamma_{G2fav}$  | 0.00 | 0.00 |
| Permanenti | Sfavorevole | $\gamma_{G2sfav}$ | 1.00 | 1.00 |
| Variabili  | Favorevole  | $\gamma_{Qfav}$   | 0.00 | 0.00 |
| Variabili  | Sfavorevole | $\gamma_{Qsfav}$  | 1.00 | 1.00 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| Parametri                            |                      | M1   | M2   |
|--------------------------------------|----------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi'}$ | 1.00 | 1.25 |
| Coesione efficace                    | $\gamma_{c'}$        | 1.00 | 1.25 |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$        | 1.00 | 1.40 |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$        | 1.00 | 1.60 |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_{\gamma}$    | 1.00 | 1.00 |

Coeff. di combinazione  $\Psi_0 = 0.75$   $\Psi_1 = 0.75$   $\Psi_2 = 0.00$

### 5.3. Verifiche

Le verifiche degli elementi strutturali che compongono lo scatolare, sono state eseguite mediante il metodo degli Stati Limite.

Verifica materiali:

#### Stato Limite Ultimo

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$   | 1.50 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo   | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                   | 1.15 |

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 * k * (100.0 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d > (v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 * d * A_{sw} / s * (ctg\alpha + ctg\theta) * \sin\alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 * d * b_w * \alpha_c * f_{cd} * (ctg(\theta) + ctg(\alpha)) / (1.0 + ctg\theta^{1/2})$$

con:

d altezza utile sezione [mm]

$b_w$  larghezza minima sezione [mm]

$\sigma_{cp}$  tensione media di compressione [N/mm<sup>2</sup>]

$\rho_l$  rapporto geometrico di armatura

$A_{sw}$  area armatura trasversale [mmq]

$S$  interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]

$\alpha_c$  coefficiente maggiorativo, funzione di  $f_{cd}$  e  $\sigma_{cp}$

$$f_{cd}' = 0.5 * f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$$

### Stato Limite di Esercizio

#### Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente poco aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)  $0.60 f_{ck}$

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)  $0.45 f_{ck}$

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)  $0.80 f_{yk}$

#### Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure  $w1=0.20$   $w2=0.30$   $w3=0.40$

#### Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 2

Copriferro sezioni 4.00 [cm]

## 6. SCATOLARE 5.00 x 3.00

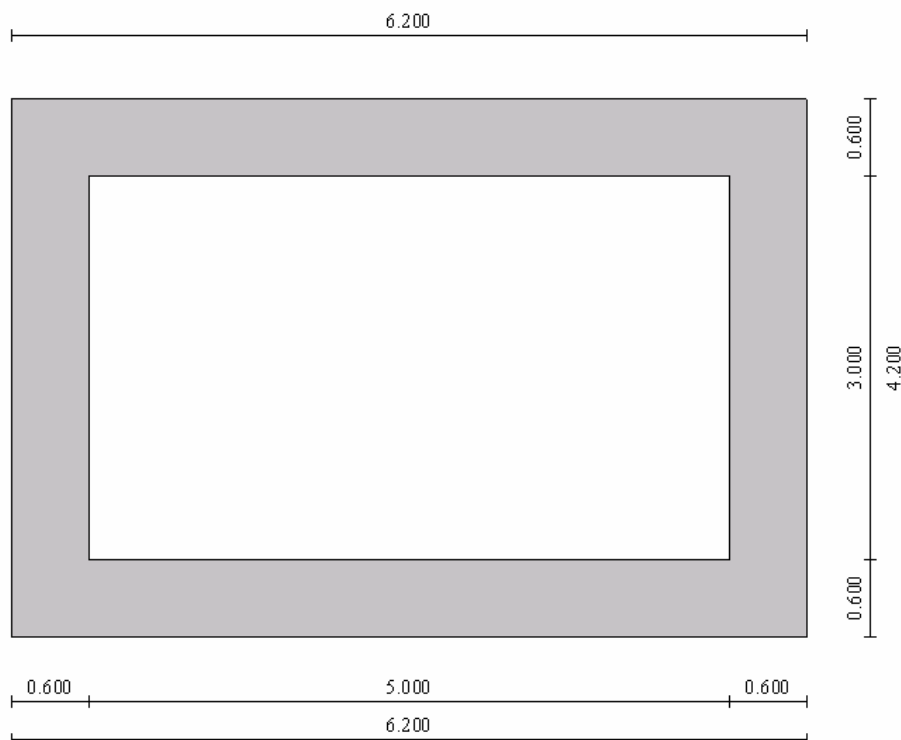


Figura 4: Sezione B-B tombino 5.00 x 3.00

### 6.1. Dati di input

|  |                    |     |
|--|--------------------|-----|
| Descrizione:                             | Scatolare semplice |     |
| Altezza esterna                          | 4.20               | [m] |
| Larghezza esterna                        | 6.20               | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione sinistra | 0.00               | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione destra   | 0.00               | [m] |
| Spessore piedritto sinistro              | 0.60               | [m] |
| Spessore piedritto destro                | 0.60               | [m] |
| Spessore fondazione                      | 0.60               | [m] |
| Spessore traverso                        | 0.60               | [m] |

### 6.2. Carichi applicati e sollecitazioni

#### 6.2.1. Condizioni di carico

*Convenzioni adottate*

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura  
Carichi verticali positivi se diretti verso il basso  
Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra  
Coppie concentrate positive se antiorarie  
Ascisse X (espresse in m) positive verso destra  
Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto  
Carichi concentrati espressi in kN  
Coppie concentrate espressi in kNm  
Carichi distribuiti espressi in kN/m

### *Simbologia adottata e unità di misura*

#### *Forze concentrate*

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati  
Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati  
F<sub>y</sub> componente Y del carico concentrato  
F<sub>x</sub> componente X del carico concentrato  
M momento

#### *Forze distribuite*

X<sub>i</sub>, X<sub>f</sub> ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali  
Y<sub>i</sub>, Y<sub>f</sub> ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali  
V<sub>ni</sub> componente normale del carico distribuito nel punto iniziale  
V<sub>nf</sub> componente normale del carico distribuito nel punto finale  
V<sub>ti</sub> componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale  
V<sub>tf</sub> componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale  
D<sub>te</sub> variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi  
D<sub>ti</sub> variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

#### Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

#### Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

#### Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

#### Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

#### Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

#### Condizione di carico n°6 (Spinta falda)

#### Condizione di carico n° 7 (Pacchetto stradale)

|       |         |                        |                        |                        |                        |
|-------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Distr | Terreno | X <sub>i</sub> = -4.20 | X <sub>f</sub> = 10.40 | V <sub>ni</sub> = 5.00 | V <sub>nf</sub> = 5.00 |
|-------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|

#### Condizione di carico n° 8 (Carico mobile superiore Mmax)

|       |          |                        |                        |                         |                         |                        |                        |
|-------|----------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Distr | Terreno  | X <sub>i</sub> = -4.20 | X <sub>f</sub> = 10.40 | V <sub>ni</sub> = 27.00 | V <sub>nf</sub> = 27.00 |                        |                        |
| Distr | Traverso | X <sub>i</sub> = 0.00  | X <sub>f</sub> = 6.20  | V <sub>ni</sub> = 29.80 | V <sub>nf</sub> = 29.80 | V <sub>ti</sub> = 0.00 | V <sub>tf</sub> = 0.00 |

### **6.2.2. Combinazioni di carico**

Coeff. di combinazione             $\Psi_0= 0.75$      $\Psi_1= 0.75$      $\Psi_2= 0.00$

#### Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno sinistra | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno destra   | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta falda            | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Pacchetto stradale      | 1.50     | 1.00   | 1.50 |

#### Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

|                              | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|------------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio                 | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno sinistra      | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno destra        | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta falda                 | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Pacchetto stradale           | 1.50     | 1.00   | 1.50 |
| Carico mobile_superiore_Mmax | 1.50     | 1.00   | 1.50 |

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta falda            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da sinistra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta falda            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da sinistra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

|                       | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-----------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio          | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta falda          | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale    | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da destra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

|                       | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-----------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio          | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta falda          | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale    | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da destra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 7 SLE (Quasi Permanente)

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra   | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta falda            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 8 SLE (Frequente)

|                              | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|------------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio                 | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra        | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta falda                 | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale           | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Carico mobile_superiore_Mmax | 1.00     | 0.75   | 0.75 |

Combinazione n° 9 SLE (Rara)

|                              | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|------------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio                 | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra        | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta falda                 | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale           | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Carico mobile_superiore_Mmax | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 10 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra   | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta falda            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da sinistra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 11 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra   | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta falda            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da sinistra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra   | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta falda            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da destra         | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

|                       |      |      |      |
|-----------------------|------|------|------|
| Spinta terreno destra | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda          | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Pacchetto stradale    | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra       | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

### 6.2.3. Analisi della spinta

Pressione in calotta  
Spinta sui piedritti

Pressione geostatica  
a Riposo [combinazione 1]  
a Riposo [combinazione 2]  
Attiva [combinazione 3]  
Attiva [combinazione 4]  
Attiva [combinazione 5]  
Attiva [combinazione 6]  
a Riposo [combinazione 7]  
a Riposo [combinazione 8]  
a Riposo [combinazione 9]  
a Riposo [combinazione 10]  
a Riposo [combinazione 11]  
a Riposo [combinazione 12]  
a Riposo [combinazione 13]

Sisma

#### Combinazioni SLU

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g =$                            | 0.74 [m/s <sup>2</sup> ]           |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.50                               |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                               |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.18                               |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                               |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 2.05$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v=0.50 * k_h = 1.02$            |

#### Combinazioni SLE

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g =$                            | 0.43 [m/s <sup>2</sup> ]           |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.50                               |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                               |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.18                               |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                               |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 1.19$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v=0.50 * k_h = 0.59$            |
| Forma diagramma incremento sismico                        | Rettangolare                       |

Spinta sismica Wood

Angolo diffusione sovraccarico 30.00 [°]

Coefficienti di spinta

| N°combinazione | Statico | Sismico |
|----------------|---------|---------|
| 1              | 0.426   | 0.000   |
| 2              | 0.426   | 0.000   |
| 3              | 0.245   | 0.286   |



|    |       |       |
|----|-------|-------|
| 4  | 0.245 | 0.286 |
| 5  | 0.245 | 0.286 |
| 6  | 0.245 | 0.286 |
| 7  | 0.426 | 0.000 |
| 8  | 0.426 | 0.000 |
| 9  | 0.426 | 0.000 |
| 10 | 0.426 | 0.295 |
| 11 | 0.426 | 0.295 |
| 12 | 0.426 | 0.295 |
| 13 | 0.426 | 0.295 |

#### 6.2.4. Inviluppo sollecitazioni

##### Inviluppo sollecitazioni fondazione

| X [m] | M <sub>min</sub> [kNm] | M <sub>max</sub> [kNm] | V <sub>min</sub> [kN] | V <sub>max</sub> [kN] | N <sub>min</sub> [kN] | N <sub>max</sub> [kN] |
|-------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.30  | -330.58                | -139.38                | -519.08               | -219.36               | 49.91                 | 143.03                |
| 1.66  | 80.37                  | 206.18                 | -255.74               | -108.29               | 50.33                 | 143.03                |
| 3.10  | 161.93                 | 396.88                 | 4.18                  | 9.74                  | 50.77                 | 143.03                |
| 4.54  | 80.37                  | 206.18                 | 117.34                | 275.73                | 50.33                 | 143.03                |
| 5.90  | -330.58                | -139.38                | 219.36                | 519.08                | 49.91                 | 143.03                |

##### Inviluppo sollecitazioni trasverso

| X [m] | M <sub>min</sub> [kNm] | M <sub>max</sub> [kNm] | V <sub>min</sub> [kN] | V <sub>max</sub> [kN] | N <sub>min</sub> [kN] | N <sub>max</sub> [kN] |
|-------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.30  | -278.48                | -98.08                 | 169.59                | 454.34                | 26.59                 | 90.46                 |
| 1.75  | 75.60                  | 210.58                 | 81.04                 | 218.44                | 27.04                 | 90.46                 |
| 3.10  | 131.01                 | 357.60                 | -0.95                 | 0.95                  | 27.45                 | 90.46                 |
| 4.45  | 75.60                  | 210.58                 | -218.44               | -81.04                | 27.04                 | 90.46                 |
| 5.90  | -278.48                | -98.08                 | -454.34               | -169.59               | 26.59                 | 90.46                 |

##### Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

| Y [m] | M <sub>min</sub> [kNm] | M <sub>max</sub> [kNm] | V <sub>min</sub> [kN] | V <sub>max</sub> [kN] | N <sub>min</sub> [kN] | N <sub>max</sub> [kN] |
|-------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.30  | -330.58                | -139.38                | 44.94                 | 143.04                | 223.04                | 527.24                |
| 2.10  | -199.29                | -64.97                 | 6.37                  | 10.75                 | 196.31                | 490.79                |
| 3.90  | -278.48                | -98.08                 | -90.46                | -21.67                | 169.59                | 454.34                |

##### Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

| Y [m] | M <sub>min</sub> [kNm] | M <sub>max</sub> [kNm] | V <sub>min</sub> [kN] | V <sub>max</sub> [kN] | N <sub>min</sub> [kN] | N <sub>max</sub> [kN] |
|-------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.30  | -330.58                | -139.38                | -143.04               | -44.94                | 223.04                | 527.24                |
| 2.10  | -199.29                | -64.97                 | -10.75                | -6.37                 | 196.31                | 490.79                |
| 3.90  | -278.48                | -98.08                 | 21.67                 | 90.46                 | 169.59                | 454.34                |

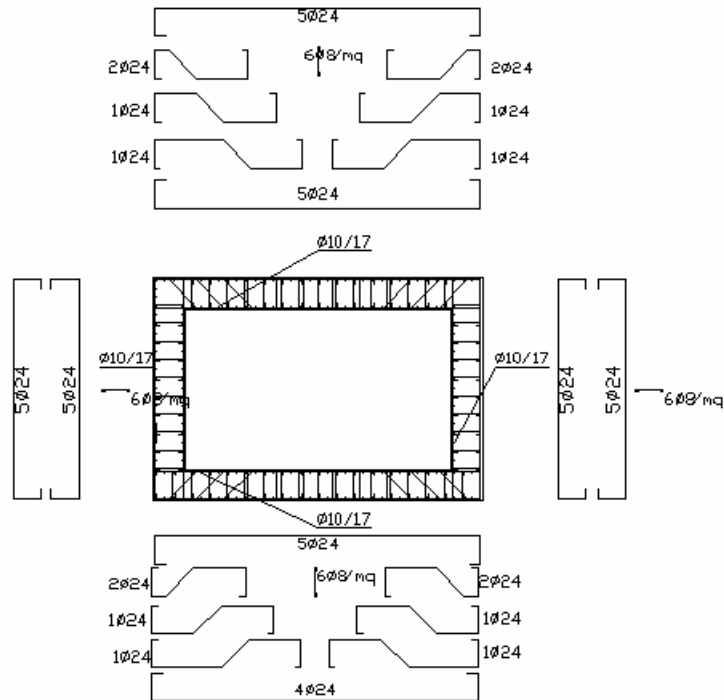
Inviluppo pressioni terreno

##### Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]                       $\sigma_{tmin}$  [kPa]                       $\sigma_{tmax}$  [kPa]

|      |    |     |
|------|----|-----|
| 0.30 | 98 | 218 |
| 1.66 | 94 | 208 |
| 3.10 | 92 | 203 |
| 4.54 | 94 | 208 |
| 5.90 | 98 | 218 |

### 6.3. Verifica elementi strutturali



|           |  |
|-----------|--|
| $N^\circ$ | Indice sezione   |
| $X$       | Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m  |
| $A_{fi}$  | Area armatura inferiore, espresse in mq  |
| $A_{fs}$  | Area armatura superiore, espresse in mq  |
| $CS$      | Coeff. di sicurezza sezione  |
| $V_{Rd}$  | Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espresa in kN |
| $V_{Rcd}$ | Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espresa in kN   |
| $V_{Rsd}$ | Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espresa in kN                                    |
| $A_{sw}$  | Area armature trasversali nella sezione, espresa in mq   |

### *Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)*

#### Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione  $B = 100 \text{ cm}$   
Altezza sezione  $H = 0.6000 \text{ m}$

| $X$  | $A_{fi}$ | $A_{fs}$ | $CS$ |
|------|----------|----------|------|
| 0.30 | 0.001810 | 0.002262 | 1.23 |
| 1.66 | 0.001810 | 0.002714 | 1.80 |
| 3.10 | 0.001810 | 0.002262 | 1.25 |
| 4.54 | 0.001810 | 0.002714 | 1.74 |
| 5.90 | 0.001810 | 0.002262 | 1.23 |

| X    | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rsd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | A <sub>sw</sub> |
|------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0.30 | 254.84          | 11292.16         | 2359.12          | 0.000905        |
| 1.66 | 273.26          | 0.00             | 0.00             | 0.000452        |
| 3.10 | 273.26          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 4.54 | 273.26          | 0.00             | 0.00             | 0.000452        |
| 5.90 | 254.84          | 11292.16         | 2359.12          | 0.000905        |

### Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 0.6000 m

| X    | A <sub>fi</sub> | A <sub>fs</sub> | CS   |
|------|-----------------|-----------------|------|
| 0.30 | 0.002262        | 0.002262        | 1.77 |
| 1.75 | 0.002714        | 0.002262        | 1.81 |
| 3.10 | 0.002262        | 0.002262        | 1.35 |
| 4.45 | 0.002714        | 0.002262        | 1.81 |
| 5.90 | 0.002262        | 0.002262        | 1.77 |

| X    | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rsd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | A <sub>sw</sub> |
|------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0.30 | 269.57          | 5646.08          | 2353.79          | 0.000905        |
| 1.75 | 265.73          | 0.00             | 0.00             | 0.000452        |
| 3.10 | 265.73          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 4.45 | 265.73          | 0.00             | 0.00             | 0.000452        |
| 5.90 | 269.57          | 5646.08          | 2353.79          | 0.000905        |

### Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 0.6000 m

| Y    | A <sub>fi</sub> | A <sub>fs</sub> | CS   |
|------|-----------------|-----------------|------|
| 0.30 | 0.003167        | 0.002262        | 2.29 |
| 2.10 | 0.002262        | 0.002262        | 4.93 |
| 3.90 | 0.003167        | 0.002262        | 2.16 |

| Y    | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rsd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | A <sub>sw</sub> |
|------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0.30 | 299.68          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 2.10 | 294.57          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 3.90 | 289.47          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |

### Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 0.6000 m

| Y    | A <sub>fi</sub> | A <sub>fs</sub> | CS   |
|------|-----------------|-----------------|------|
| 0.30 | 0.003167        | 0.002262        | 2.29 |
| 2.10 | 0.002262        | 0.002262        | 4.93 |
| 3.90 | 0.003167        | 0.002262        | 2.16 |

| Y | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rsd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | A <sub>sw</sub> |
|---|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
|---|-----------------|------------------|------------------|-----------------|

|      |        |      |      |          |
|------|--------|------|------|----------|
| 0.30 | 299.68 | 0.00 | 0.00 | 0.000000 |
| 2.10 | 294.57 | 0.00 | 0.00 | 0.000000 |
| 3.90 | 289.47 | 0.00 | 0.00 | 0.000000 |

### ***Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)***

Simbologia adottata ed unità di misura

|               |  |
|---------------|--|
| $N^{\circ}$   | Indice sezione   |
| $X$           | Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m  |
| $A_{fi}$      | Area armatura inferiore, espressa in mq  |
| $A_{fs}$      | Area armatura superiore, espressa in mq  |
| $\sigma_{fi}$ | Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in kPa |
| $\sigma_{fs}$ | Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in kPa |
| $\sigma_c$    | Tensione nel calcestruzzo, espresse in kPa   |
| $\tau_c$      | Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in kPa                                 |
| $A_{sw}$      | Area armature trasversali nella sezione, espressa in mq                                |

### **Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)**

Base sezione  $B = 100$  cm

Altezza sezione  $H = 0.6000$  m

| $X$  | $A_{fi}$ | $A_{fs}$ | $\sigma_c$ | $\sigma_{fi}$ | $\sigma_{fs}$ |
|------|----------|----------|------------|---------------|---------------|
| 0.30 | 0.001810 | 0.002262 | 5231       | 223860        | 56866         |
| 1.66 | 0.001810 | 0.002714 | 2974       | 35121         | 88245         |
| 3.10 | 0.001810 | 0.002262 | 5963       | 67282         | 220802        |
| 4.54 | 0.001810 | 0.002714 | 2974       | 35121         | 88245         |
| 5.90 | 0.001810 | 0.002262 | 5231       | 223860        | 56866         |

| $X$  | $\tau_c$ | $A_{sw}$ |
|------|----------|----------|
| 0.30 | -771     | 0.000905 |
| 1.66 | -380     | 0.000452 |
| 3.10 | 15       | 0.000000 |
| 4.54 | 410      | 0.000452 |
| 5.90 | 771      | 0.000905 |

### **Verifica sezioni traverso (Inviluppo)**

Base sezione  $B = 100$  cm

Altezza sezione  $H = 0.6000$  m

| $X$  | $A_{fi}$ | $A_{fs}$ | $\sigma_c$ | $\sigma_{fi}$ | $\sigma_{fs}$ |
|------|----------|----------|------------|---------------|---------------|
| 0.30 | 0.002262 | 0.002262 | 4017       | 44857         | 155290        |
| 1.75 | 0.002714 | 0.002262 | 2873       | 95795         | 33173         |
| 3.10 | 0.002262 | 0.002262 | 5123       | 202653        | 56877         |
| 4.45 | 0.002714 | 0.002262 | 2873       | 95795         | 33173         |
| 5.90 | 0.002262 | 0.002262 | 4017       | 44857         | 155290        |

| $X$  | $\tau_c$ | $A_{sw}$ |
|------|----------|----------|
| 0.30 | 670      | 0.000905 |
| 1.75 | 322      | 0.000452 |
| 3.10 | 0        | 0.000000 |
| 4.45 | -322     | 0.000452 |
| 5.90 | -670     | 0.000905 |

### **Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)**

Base sezione  $B = 100$  cm

Altezza sezione  $H = 0.6000$  m

| Y    | A <sub>fi</sub> | A <sub>fs</sub> | σ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 0.30 | 0.003167        | 0.002262        | 4777           | 57404           | 127900          |
| 2.10 | 0.002262        | 0.002262        | 3064           | 38658           | 56283           |
| 3.90 | 0.003167        | 0.002262        | 3991           | 48065           | 105359          |

| Y    | τ <sub>c</sub> | A <sub>sw</sub> |
|------|----------------|-----------------|
| 0.30 | 218            | 0.000000        |
| 2.10 | 15             | 0.000000        |
| 3.90 | -136           | 0.000000        |

### Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.6000 m

| Y    | A <sub>fi</sub> | A <sub>fs</sub> | σ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 0.30 | 0.003167        | 0.002262        | 4777           | 57404           | 127900          |
| 2.10 | 0.002262        | 0.002262        | 3064           | 38658           | 56283           |
| 3.90 | 0.003167        | 0.002262        | 3991           | 48065           | 105359          |

| Y    | τ <sub>c</sub> | A <sub>sw</sub> |
|------|----------------|-----------------|
| 0.30 | -218           | 0.000000        |
| 2.10 | -15            | 0.000000        |
| 3.90 | 136            | 0.000000        |

## 7. SCATOLARE 7.50 x 4.50

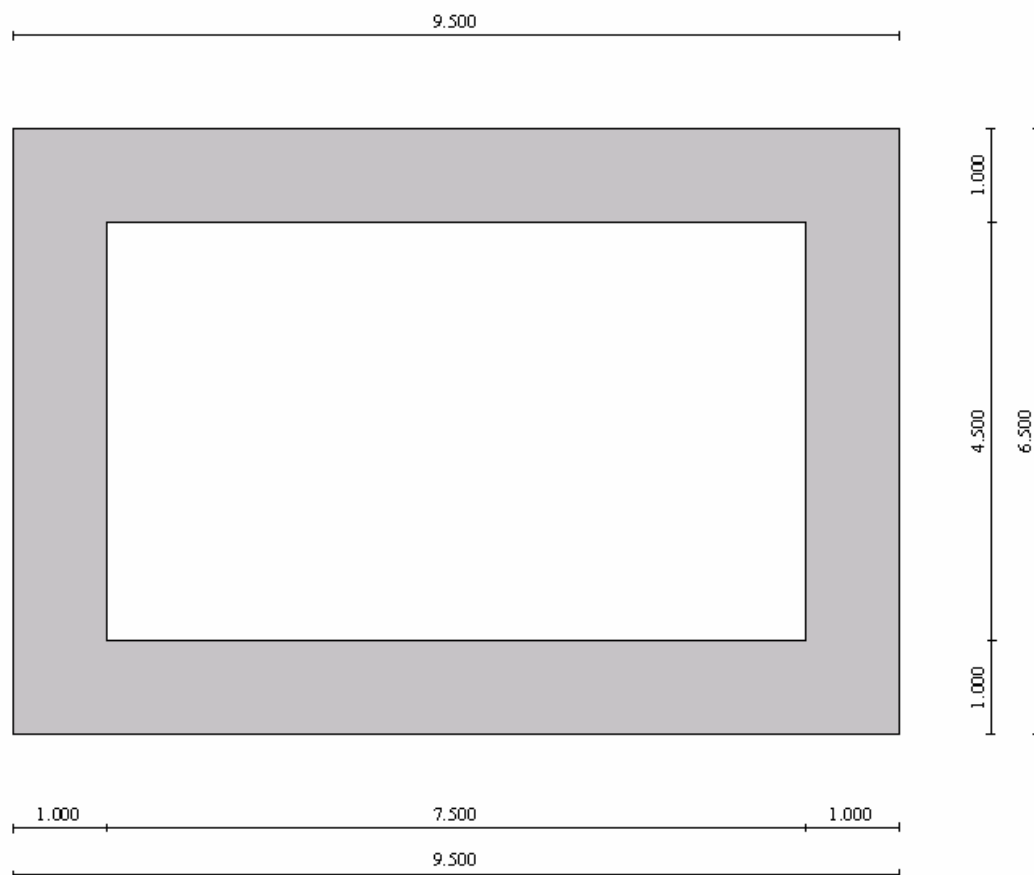


Figura 5: Sezione C-C tombino 7.50 x 4.50

### 7.1. Dati di input

| Descrizione:                             | Scatolare semplice |     |
|--|--------------------|-----|
| Altezza esterna                          | 6.50               | [m] |
| Larghezza esterna                        | 9.50               | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione sinistra | 0.00               | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione destra   | 0.00               | [m] |
| Spessore piedritto sinistro              | 1.00               | [m] |
| Spessore piedritto destro                | 1.00               | [m] |
| Spessore fondazione                      | 1.00               | [m] |
| Spessore trasverso                       | 1.00               | [m] |

## 7.2. Carichi applicati e sollecitazioni

### 7.2.1. Condizioni di carico

#### Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura  
Carichi verticali positivi se diretti verso il basso  
Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra  
Coppie concentrate positive se antiorarie  
Ascisse X (espresse in m) positive verso destra  
Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto  
Carichi concentrati espressi in kN  
Coppie concentrate espressi in kNm  
Carichi distribuiti espressi in kN/m

#### Simbologia adottata e unità di misura

##### Forze concentrate

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati  
Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati  
 $F_y$  componente Y del carico concentrato  
 $F_x$  componente X del carico concentrato  
M momento

##### Forze distribuite

$X_i, X_f$  ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali  
 $Y_i, Y_f$  ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali  
 $V_{ni}$  componente normale del carico distribuito nel punto iniziale  
 $V_{nf}$  componente normale del carico distribuito nel punto finale  
 $V_{ti}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale  
 $V_{tf}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale  
 $D_{te}$  variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi  
 $D_{ti}$  variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

#### Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

#### Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

#### Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

#### Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

#### Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

#### Condizione di carico n° 7 (Pacchetto stradale)

|       |         |               |               |                 |                 |
|-------|---------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Distr | Terreno | $X_i = -6.50$ | $X_f = 16.00$ | $V_{ni} = 5.00$ | $V_{nf} = 5.00$ |
|-------|---------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|

#### Condizione di carico n° 8 (Carico mobile superiore Mmax)

|       |         |               |                |                 |                 |
|-------|---------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Distr | Terreno | $X_i = -6.50$ | $X_f = 16.00$  | $V_{ni} = 9.00$ | $V_{nf} = 9.00$ |
| Conc  | Terreno | $X = 4.15$    | $F_y = 150.00$ |                 |                 |
| Conc  | Terreno | $X = 5.35$    | $F_y = 150.00$ |                 |                 |

#### Condizione di carico n° 9 (Carico mobile superiore Tmax)

|       |         |               |                |                 |                 |
|-------|---------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Conc  | Terreno | $X = 8.50$    | $F_y = 150.00$ |                 |                 |
| Conc  | Terreno | $X = 7.30$    | $F_y = 150.00$ |                 |                 |
| Distr | Terreno | $X_i = -6.50$ | $X_f = 16.00$  | $V_{ni} = 9.00$ | $V_{nf} = 9.00$ |

#### Condizione di carico n° 10 (Frenatura pos.1)

|      |          |            |              |                |            |
|------|----------|------------|--------------|----------------|------------|
| Conc | Traverso | $X = 4.75$ | $F_y = 0.00$ | $F_x = 202.95$ | $M = 0.00$ |
|------|----------|------------|--------------|----------------|------------|

#### Condizione di carico n° 11 (Frenatura pos.2)

Conc Traverso X= 8.50 F<sub>y</sub>= 0.00 F<sub>x</sub>= 202.95 M= 0.00

### 7.2.2. Combinazioni di carico

Coeff. di combinazione  $\Psi_0= 0.75$   $\Psi_1= 0.75$   $\Psi_2= 0.00$

#### Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno sinistra | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno destra   | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Pacchetto stradale      | 1.50     | 1.00   | 1.50 |

#### Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

|                              | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|------------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio                 | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno sinistra      | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno destra        | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Pacchetto stradale           | 1.50     | 1.00   | 1.50 |
| Carico mobile_superiore_Mmax | 1.50     | 1.00   | 1.50 |
| Frenatura _pos.1             | 1.50     | 0.75   | 1.12 |

#### Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

|                              | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|------------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio                 | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno sinistra      | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno destra        | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Pacchetto stradale           | 1.50     | 1.00   | 1.50 |
| Carico mobile_superiore_Tmax | 1.50     | 1.00   | 1.50 |
| Frenatura _pos.2             | 1.50     | 0.75   | 1.12 |

#### Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2)

|                              | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|------------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio                 | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno sinistra      | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno destra        | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Pacchetto stradale           | 1.50     | 1.00   | 1.50 |
| Carico mobile_superiore_Mmax | 1.50     | 0.75   | 1.12 |
| Frenatura _pos.1             | 1.50     | 1.00   | 1.50 |

#### Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2)

|                              | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|------------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio                 | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno sinistra      | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Spinta terreno destra        | 1.35     | 1.00   | 1.35 |
| Pacchetto stradale           | 1.50     | 1.00   | 1.50 |
| Carico mobile_superiore_Tmax | 1.50     | 0.75   | 1.12 |
| Frenatura _pos.2             | 1.50     | 1.00   | 1.50 |



Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da sinistra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da sinistra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 8 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da sinistra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 9 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da sinistra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 10 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

|                       | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-----------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio          | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale    | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da destra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 11 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

|                       | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-----------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio          | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale    | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da destra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 12 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

|                       | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-----------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio          | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale    | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da destra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 13 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

|                       | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-----------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio          | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale    | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da destra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 14 SLE (Quasi Permanente)

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra   | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 15 SLE (Frequente)

|                              | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|------------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio                 | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra        | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale           | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Carico mobile_superiore_Mmax | 1.00     | 0.75   | 0.75 |

Combinazione n° 16 SLE (Frequente)

|                              | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|------------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio                 | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra        | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale           | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Carico mobile_superiore_Tmax | 1.00     | 0.75   | 0.75 |

Combinazione n° 17 SLE (Frequente)

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra   | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Frenatura_pos.1         | 1.00     | 0.75   | 0.75 |

Combinazione n° 18 SLE (Frequente)

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra   | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Frenatura_pos.2         | 1.00     | 0.75   | 0.75 |

Combinazione n° 19 SLE (Rara)

|  | $\gamma$ | $\Psi$ | C |
|--|----------|--------|---|
|--|----------|--------|---|

|                              |      |      |      |
|------------------------------|------|------|------|
| Peso Proprio                 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra      | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra        | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Pacchetto stradale           | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico mobile_superiore_Mmax | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico mobile_superiore_Tmax | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Frenatura_pos.1              | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Frenatura_pos.2              | 1.00 | 0.75 | 0.75 |

Combinazione n° 20 SLE (Rara)

|                              | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|------------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio                 | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra        | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale           | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Carico mobile_superiore_Tmax | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Carico mobile_superiore_Mmax | 1.00     | 0.75   | 0.75 |
| Frenatura_pos.1              | 1.00     | 0.75   | 0.75 |
| Frenatura_pos.2              | 1.00     | 0.75   | 0.75 |

Combinazione n° 21 SLE (Rara)

|                              | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|------------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio                 | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra        | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale           | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Frenatura_pos.1              | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Carico mobile_superiore_Mmax | 1.00     | 0.75   | 0.75 |
| Carico mobile_superiore_Tmax | 1.00     | 0.75   | 0.75 |
| Frenatura_pos.2              | 1.00     | 0.75   | 0.75 |

Combinazione n° 22 SLE (Rara)

|                              | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|------------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio                 | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra        | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale           | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Frenatura_pos.2              | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Carico mobile_superiore_Mmax | 1.00     | 0.75   | 0.75 |
| Carico mobile_superiore_Tmax | 1.00     | 0.75   | 0.75 |
| Frenatura_pos.1              | 1.00     | 0.75   | 0.75 |

Combinazione n° 23 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra   | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da sinistra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 24 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra   | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da sinistra       | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 25 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra   | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da destra         | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

Combinazione n° 26 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

|                         | $\gamma$ | $\Psi$ | C    |
|-------------------------|----------|--------|------|
| Peso Proprio            | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Spinta terreno destra   | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Pacchetto stradale      | 1.00     | 1.00   | 1.00 |
| Sisma da destra         | 1.00     | 1.00   | 1.00 |

### 7.2.3. Analisi della spinta

Pressione in calotta  
Spinta sui piedritti

Pressione geostatica  
a Riposo [combinazione 1]  
a Riposo [combinazione 2]  
a Riposo [combinazione 3]  
a Riposo [combinazione 4]  
a Riposo [combinazione 5]  
Attiva [combinazione 6]  
Attiva [combinazione 7]  
Attiva [combinazione 8]  
Attiva [combinazione 9]  
Attiva [combinazione 10]  
Attiva [combinazione 11]  
Attiva [combinazione 12]  
Attiva [combinazione 13]  
a Riposo [combinazione 14]  
a Riposo [combinazione 15]  
a Riposo [combinazione 16]  
a Riposo [combinazione 17]  
a Riposo [combinazione 18]  
a Riposo [combinazione 19]  
a Riposo [combinazione 20]  
a Riposo [combinazione 21]  
a Riposo [combinazione 22]  
a Riposo [combinazione 23]  
a Riposo [combinazione 24]

a Riposo [combinazione 25]  
a Riposo [combinazione 26]

Sisma

**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g =$  0.77 [m/s<sup>2</sup>]  
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50  
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00  
 Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 0.18  
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50  
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S_s) = 2.13$   
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)  $k_v=0.50 * k_h = 1.07$

**Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g =$  0.43 [m/s<sup>2</sup>]  
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50  
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00  
 Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 0.18  
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50  
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S_s) = 1.19$   
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)  $k_v=0.50 * k_h = 0.59$   
 Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Spinta sismica Wood

Angolo diffusione sovraccarico 30.00 [°]

Coefficienti di spinta

| <b>N°combinazione</b> | <b>Statico</b> | <b>Sismico</b> |
|-----------------------|----------------|----------------|
| 1                     | 0.426          | 0.000          |
| 2                     | 0.426          | 0.000          |
| 3                     | 0.426          | 0.000          |
| 4                     | 0.426          | 0.000          |
| 5                     | 0.426          | 0.000          |
| 6                     | 0.245          | 0.287          |
| 7                     | 0.245          | 0.287          |
| 8                     | 0.245          | 0.287          |
| 9                     | 0.245          | 0.287          |
| 10                    | 0.245          | 0.287          |
| 11                    | 0.245          | 0.287          |
| 12                    | 0.245          | 0.287          |
| 13                    | 0.245          | 0.287          |
| 14                    | 0.426          | 0.000          |
| 15                    | 0.426          | 0.000          |
| 16                    | 0.426          | 0.000          |
| 17                    | 0.426          | 0.000          |
| 18                    | 0.426          | 0.000          |
| 19                    | 0.426          | 0.000          |
| 20                    | 0.426          | 0.000          |
| 21                    | 0.426          | 0.000          |
| 22                    | 0.426          | 0.000          |
| 23                    | 0.426          | 0.295          |

|    |       |       |
|----|-------|-------|
| 24 | 0.426 | 0.295 |
| 25 | 0.426 | 0.295 |
| 26 | 0.426 | 0.295 |

#### 7.2.4. Inviluppo sollecitazioni

##### Inviluppo sollecitazioni fondazione

| X [m] | M <sub>min</sub> [kNm] | M <sub>max</sub> [kNm] | V <sub>min</sub> [kN] | V <sub>max</sub> [kN] | N <sub>min</sub> [kN] | N <sub>max</sub> [kN] |
|-------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.50  | -839.10                | -328.29                | -695.02               | -310.92               | 89.56                 | 278.20                |
| 2.58  | 94.00                  | 321.82                 | -401.33               | -164.14               | 90.67                 | 278.20                |
| 4.75  | 360.62                 | 845.05                 | -123.19               | 7.55                  | 91.82                 | 278.20                |
| 6.92  | 181.36                 | 621.55                 | 153.86                | 347.75                | 90.67                 | 278.20                |
| 9.00  | -678.80                | -279.69                | 335.13                | 935.32                | 89.56                 | 278.20                |

##### Inviluppo sollecitazioni traverso

| X [m] | M <sub>min</sub> [kNm] | M <sub>max</sub> [kNm] | V <sub>min</sub> [kN] | V <sub>max</sub> [kN] | N <sub>min</sub> [kN] | N <sub>max</sub> [kN] |
|-------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.50  | -435.41                | -73.63                 | 176.53                | 516.31                | -15.30                | 70.92                 |
| 2.58  | 129.10                 | 467.92                 | 74.96                 | 350.96                | -15.30                | 70.92                 |
| 4.75  | 235.44                 | 907.06                 | -61.37                | 26.53                 | -0.36                 | 326.09                |
| 6.92  | 54.73                  | 342.59                 | -442.89               | -102.46               | -0.36                 | 326.09                |
| 9.00  | -826.68                | -167.91                | -765.38               | -203.56               | 27.62                 | 339.97                |

##### Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

| Y [m] | M <sub>min</sub> [kNm] | M <sub>max</sub> [kNm] | V <sub>min</sub> [kN] | V <sub>max</sub> [kN] | N <sub>min</sub> [kN] | N <sub>max</sub> [kN] |
|-------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.50  | -839.10                | -328.29                | 83.10                 | 295.36                | 314.03                | 701.94                |
| 3.25  | -429.27                | -119.77                | 6.96                  | 106.50                | 245.28                | 609.12                |
| 6.00  | -435.41                | -73.63                 | -70.92                | 15.30                 | 176.53                | 516.31                |

##### Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

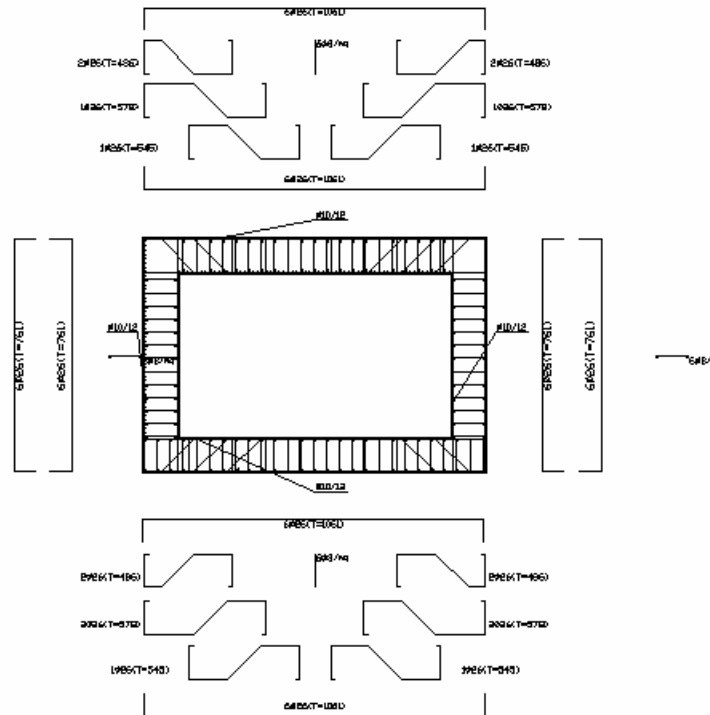
| Y [m] | M <sub>min</sub> [kNm] | M <sub>max</sub> [kNm] | V <sub>min</sub> [kN] | V <sub>max</sub> [kN] | N <sub>min</sub> [kN] | N <sub>max</sub> [kN] |
|-------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.50  | -678.80                | -279.69                | -261.07               | -83.10                | 339.59                | 951.01                |
| 3.25  | -379.61                | -86.84                 | -30.66                | 69.14                 | 271.58                | 858.20                |
| 6.00  | -826.68                | -167.91                | 21.38                 | 305.54                | 203.56                | 765.38                |

Inviluppo pressioni terreno

##### Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

| X [m] | $\sigma_{tmin}$ [kPa] | $\sigma_{tmax}$ [kPa] |
|-------|-----------------------|-----------------------|
| 0.50  | 43                    | 166                   |
| 2.58  | 88                    | 183                   |
| 4.75  | 102                   | 204                   |
| 6.92  | 104                   | 288                   |
| 9.00  | 107                   | 377                   |

### 7.3. Verifica elementi strutturali



|             |   |
|-------------|---|
| $N^{\circ}$ | Indice sezione  |
| $X$         | Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m   |
| $A_{fi}$    | Area armatura inferiore, espresse in mq   |
| $A_{fs}$    | Area armatura superiore, espresse in mq   |
| $CS$        | Coeff. di sicurezza sezione   |
| $V_{Rd}$    | Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN |
| $V_{Rcd}$   | Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN   |
| $V_{Rsd}$   | Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN                                    |
| $A_{sw}$    | Area armature trasversali nella sezione, espressa in mq   |

#### **Involuppo verifiche stato limite ultimo (SLU)**

##### **Verifica sezioni fondazione (Involuppo)**

Base sezione  $B = 100 \text{ cm}$   
Altezza sezione  $H = 1.0000 \text{ m}$

| $X$  | $A_{fi}$ | $A_{fs}$ | $CS$ |
|------|----------|----------|------|
| 0.50 | 0.005309 | 0.003186 | 2.45 |
| 2.58 | 0.003186 | 0.004247 | 2.58 |
| 4.75 | 0.003186 | 0.003186 | 1.46 |
| 6.92 | 0.003186 | 0.004247 | 1.93 |
| 9.00 | 0.005309 | 0.003186 | 2.45 |

| $X$  | $V_{Rd}$ | $V_{Rsd}$ | $V_{Rcd}$ | $A_{sw}$ |
|------|----------|-----------|-----------|----------|
| 0.50 | 405.23   | 20446.88  | 4045.92   | 0.001062 |
| 2.58 | 410.16   | 4316.56   | 4053.05   | 0.000531 |
| 4.75 | 405.23   | 0.00      | 0.00      | 0.000000 |
| 6.92 | 405.23   | 0.00      | 0.00      | 0.000000 |
| 9.00 | 405.23   | 20446.88  | 4045.92   | 0.001062 |

### Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

| X    | A <sub>fi</sub> | A <sub>fs</sub> | CS   |
|------|-----------------|-----------------|------|
| 0.50 | 0.003186        | 0.004778        | 2.04 |
| 2.58 | 0.003717        | 0.003186        | 1.72 |
| 4.75 | 0.003186        | 0.003186        | 1.40 |
| 6.92 | 0.003717        | 0.003186        | 2.41 |
| 9.00 | 0.003186        | 0.004778        | 2.31 |

| X    | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rsd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | A <sub>sw</sub> |
|------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0.50 | 383.27          | 10223.44         | 4014.12          | 0.001062        |
| 2.58 | 386.20          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 4.75 | 386.20          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 6.92 | 416.15          | 2213.44          | 4061.73          | 0.000531        |
| 9.00 | 416.15          | 10223.44         | 4061.73          | 0.001062        |

### Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

| Y    | A <sub>fi</sub> | A <sub>fs</sub> | CS   |
|------|-----------------|-----------------|------|
| 0.50 | 0.004247        | 0.003186        | 1.90 |
| 3.25 | 0.003186        | 0.003186        | 4.82 |
| 6.00 | 0.004247        | 0.003186        | 4.36 |

| Y    | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rsd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | A <sub>sw</sub> |
|------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0.50 | 443.48          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 3.25 | 430.11          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 6.00 | 416.75          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |

### Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

| Y    | A <sub>fi</sub> | A <sub>fs</sub> | CS   |
|------|-----------------|-----------------|------|
| 0.50 | 0.004247        | 0.003186        | 2.50 |
| 3.25 | 0.003186        | 0.003186        | 6.64 |
| 6.00 | 0.004247        | 0.003186        | 1.95 |

| Y    | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rsd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | A <sub>sw</sub> |
|------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0.50 | 443.48          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 3.25 | 430.11          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 6.00 | 416.75          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |

### Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

| Y    | A <sub>fi</sub> | A <sub>fs</sub> | CS   |
|------|-----------------|-----------------|------|
| 0.50 | 0.004247        | 0.003186        | 1.90 |
| 3.25 | 0.003186        | 0.003186        | 4.82 |
| 6.00 | 0.004247        | 0.003186        | 4.36 |



| Y    | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rsd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | A <sub>sw</sub> |
|------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0.50 | 443.48          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 3.25 | 430.11          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 6.00 | 416.75          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |

### Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

| Y    | A <sub>fi</sub> | A <sub>fs</sub> | CS   |
|------|-----------------|-----------------|------|
| 0.50 | 0.004247        | 0.003186        | 2.50 |
| 3.25 | 0.003186        | 0.003186        | 6.64 |
| 6.00 | 0.004247        | 0.003186        | 1.95 |

| Y    | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rsd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | A <sub>sw</sub> |
|------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0.50 | 443.48          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 3.25 | 430.11          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |
| 6.00 | 416.75          | 0.00             | 0.00             | 0.000000        |

### *Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)*

Simbologia adottata ed unità di misura

N° Indice sezione

X Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m

A<sub>fi</sub> Area armatura inferiore, espressa in mq

A<sub>fs</sub> Area armatura superiore, espressa in mq

σ<sub>fi</sub> Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in kPa

σ<sub>fs</sub> Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in kPa

σ<sub>c</sub> Tensione nel calcestruzzo, espresse in kPa

τ<sub>c</sub> Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in kPa

A<sub>sw</sub> Area armature trasversali nella sezione, espressa in mq

### Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

| X    | A <sub>fi</sub> | A <sub>fs</sub> | σ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 0.50 | 0.005309        | 0.003186        | 4990           | 149550          | 65504           |
| 2.58 | 0.003186        | 0.004247        | 2044           | 26798           | 62072           |
| 4.75 | 0.003186        | 0.003186        | 5676           | 71869           | 233396          |
| 6.92 | 0.003186        | 0.004247        | 4218           | 54849           | 138749          |
| 9.00 | 0.005309        | 0.003186        | 3472           | 96333           | 45890           |

| X    | τ <sub>c</sub> | A <sub>sw</sub> |
|------|----------------|-----------------|
| 0.50 | -638           | 0.001062        |
| 2.58 | -461           | 0.000531        |
| 4.75 | -151           | 0.000000        |
| 6.92 | 361            | 0.000000        |
| 9.00 | 1009           | 0.001062        |

### Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 1.0000 m

| X | A <sub>fi</sub> | A <sub>fs</sub> | σ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|---|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|---|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|

|          |                            |                            |      |        |        |
|----------|----------------------------|----------------------------|------|--------|--------|
| 0.50     | 0.003186                   | 0.004778                   | 2424 | 31452  | 81335  |
| 2.58     | 0.003717                   | 0.003186                   | 2810 | 122268 | 35298  |
| 4.75     | 0.003186                   | 0.003186                   | 5370 | 229122 | 67643  |
| 6.92     | 0.003717                   | 0.003186                   | 1969 | 75589  | 25686  |
| 9.00     | 0.003186                   | 0.004778                   | 5427 | 71188  | 163889 |
| <b>X</b> | <b><math>\tau_c</math></b> | <b><math>A_{sw}</math></b> |      |        |        |
| 0.50     | 473                        | 0.001062                   |      |        |        |
| 2.58     | 310                        | 0.000000                   |      |        |        |
| 4.75     | -55                        | 0.000000                   |      |        |        |
| 6.92     | -419                       | 0.000531                   |      |        |        |
| 9.00     | -857                       | 0.001062                   |      |        |        |

### Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 1.0000 m

| Y        | $A_{fi}$                   | $A_{fs}$                   | $\sigma_c$ | $\sigma_{fi}$ | $\sigma_{fs}$ |
|----------|----------------------------|----------------------------|------------|---------------|---------------|
| 0.50     | 0.004247                   | 0.003186                   | 5768       | 74635         | 203839        |
| 3.25     | 0.003186                   | 0.003186                   | 2866       | 38453         | 66033         |
| 6.00     | 0.004247                   | 0.003186                   | 2789       | 36675         | 81969         |
| <b>Y</b> | <b><math>\tau_c</math></b> | <b><math>A_{sw}</math></b> |            |               |               |
| 0.50     | 301                        | 0.000000                   |            |               |               |
| 3.25     | 123                        | 0.000000                   |            |               |               |
| 6.00     | -87                        | 0.000000                   |            |               |               |

### Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 1.0000 m

| Y        | $A_{fi}$                   | $A_{fs}$                   | $\sigma_c$ | $\sigma_{fi}$ | $\sigma_{fs}$ |
|----------|----------------------------|----------------------------|------------|---------------|---------------|
| 0.50     | 0.004247                   | 0.003186                   | 4059       | 55088         | 101554        |
| 3.25     | 0.003186                   | 0.003186                   | 2674       | 37142         | 41359         |
| 6.00     | 0.004247                   | 0.003186                   | 6051       | 79090         | 190296        |
| <b>Y</b> | <b><math>\tau_c</math></b> | <b><math>A_{sw}</math></b> |            |               |               |
| 0.50     | -248                       | 0.000000                   |            |               |               |
| 3.25     | 85                         | 0.000000                   |            |               |               |
| 6.00     | 374                        | 0.000000                   |            |               |               |

## 8. MURI DI RISVOLTO

### 8.1. Analisi dei carichi

#### 8.1.1. Carichi permanenti

##### Peso Proprio Elementi Strutturali:

Peso proprio del cls 25.00 kN/m<sup>3</sup>

##### Spinta del terreno:

Il calcolo della spinta, eseguito dal programma di calcolo, è condotta con il metodo di Culmann, il quale adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti.

#### 8.1.2. Sovraccarichi accidentali

Per la determinazione dell'incremento di spinta dovuto al carico accidentale (eventuale viabilità stradale o di cantiere), si considerano i seguenti carichi:

$q_a = 20 \text{ kN/m}^2$  sovraccarico accidentale in condizioni statiche

#### 8.1.3. Azione sismica

Le azioni sismiche vengono valutate in base alle accelerazioni massime attese in superficie.

Si fanno le seguenti assunzioni valide per tutte le tipologie esaminate:

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Comune di Grosseto  |         |
| Vita nominale opera | 50 anni |
| Classe d'uso opera  | IV      |
| Cat. Sottosuolo     | C       |
| Cat. Topografica    | T1      |

Si riporta nel seguito un riepilogo dei parametri necessari alla valutazione dello spettro di progetto per stato limite ultimo (SLV-salvaguardia vita) e di esercizio (SLD – danno)

**Parametri indipendenti**

| STATO LIMITE | SLV     |
|--------------|---------|
| $a_g$        | 0.079 g |
| $F_o$        | 2.802   |
| $T_c^*$      | 0.297 s |
| $S_s$        | 1.500   |
| $C_c$        | 1.568   |
| $S_T$        | 1.000   |
| $q$          | 1.500   |

**Parametri indipendenti**

| STATO LIMITE | SLD     |
|--------------|---------|
| $a_g$        | 0.044 g |
| $F_o$        | 2.668   |
| $T_c^*$      | 0.252 s |
| $S_s$        | 1.500   |
| $C_c$        | 1.654   |
| $S_T$        | 1.000   |
| $q$          | 1.000   |

**Parametri dipendenti**

|          |         |
|----------|---------|
| $S$      | 1.500   |
| $\gamma$ | 0.667   |
| $T_B$    | 0.155 s |
| $T_C$    | 0.465 s |
| $T_D$    | 1.917 s |

**Parametri dipendenti**

|          |         |
|----------|---------|
| $S$      | 1.500   |
| $\gamma$ | 1.000   |
| $T_B$    | 0.139 s |
| $T_C$    | 0.417 s |
| $T_D$    | 1.775 s |

In base alla categoria di sottosuolo e categoria topografica si ottiene lo spettro di progetto, come si vedrà ai paragrafi successivi l'accelerazione di progetto viene calcolata automaticamente dal programma fornendo in input i dati di cui sopra.

## 8.2. Carichi applicati, combinazioni e sollecitazioni

### 8.2.1. Condizioni di carico

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

|       |  |
|-------|--|
| $X$   | Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m] |
| $F_x$ | Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]           |
| $F_y$ | Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]             |
| $M$   | Momento espresso in [kNm]  |
| $X_i$ | Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]          |
| $X_f$ | Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]            |
| $Q_i$ | Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]                      |
| $Q_f$ | Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]                      |
| $D/C$ | Tipo carico : D=distribuito C=concentrato                                |

#### Condizione n° 1 (mobile)

|   |         |                           |              |                |                |
|---|---------|---------------------------|--------------|----------------|----------------|
| D | Profilo | $X_i$ = vedere tipologici | $X_f$ =20.00 | $Q_i$ =20.0000 | $Q_f$ =20.0000 |
|---|---------|---------------------------|--------------|----------------|----------------|

### 8.2.2. Combinazioni delle azioni

E' necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi permanenti e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e lasciati inalterati i carichi.

Operando in tal modo si ottengono valori delle spinte (azioni) maggiorate e valori di resistenza ridotti e pertanto nelle verifiche globali è possibile fare riferimento a coefficienti di sicurezza unitari.

### **N.T.C. 2008 - Approccio 1**

#### *Simbologia adottata*

|                         |   |
|-------------------------|---|
| $\gamma_{Gs\text{fav}}$ | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti                                 |
| $\gamma_{G\text{fav}}$  | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti                                  |
| $\gamma_{Qs\text{fav}}$ | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili                                  |
| $\gamma_{Q\text{fav}}$  | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili                                   |
| $\gamma_{\tan\phi}$     | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato                         |
| $\gamma_{c'}$           | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata                                 |
| $\gamma_{cu}$           | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata                             |
| $\gamma_{qu}$           | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo                                      |
| $\gamma_{\gamma}$       | Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce |

### **Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche**

#### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> |                         | <i>A1</i> | <i>A2</i> | <i>EQU</i> | <i>HYD</i> |
|----------------|----------------|-------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Permanenti     | Favorevole     | $\gamma_{G\text{fav}}$  | 1,00      | 1,00      | 0,90       | 0,90       |
| Permanenti     | Sfavorevole    | $\gamma_{Gs\text{fav}}$ | 1,30      | 1,00      | 1,10       | 1,30       |
| Variabili      | Favorevole     | $\gamma_{Q\text{fav}}$  | 0,00      | 0,00      | 0,00       | 0,00       |
| Variabili      | Sfavorevole    | $\gamma_{Qs\text{fav}}$ | 1,50      | 1,30      | 1,50       | 1,50       |

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i>                     |                     | <i>M1</i> | <i>M2</i> | <i>M2</i> | <i>M1</i> |
|--------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi}$ | 1,00      | 1,25      | 1,25      | 1,00      |
| Coesione efficace                    | $\gamma_{c'}$       | 1,00      | 1,25      | 1,25      | 1,00      |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$       | 1,00      | 1,40      | 1,40      | 1,00      |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$       | 1,00      | 1,60      | 1,60      | 1,00      |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_{\gamma}$   | 1,00      | 1,00      | 1,00      | 1,00      |

### **Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

#### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> |                         | <i>A1</i> | <i>A2</i> | <i>EQU</i> | <i>HYD</i> |
|----------------|----------------|-------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Permanenti     | Favorevole     | $\gamma_{G\text{fav}}$  | 1,00      | 1,00      | 1,00       | 0,90       |
| Permanenti     | Sfavorevole    | $\gamma_{Gs\text{fav}}$ | 1,00      | 1,00      | 1,00       | 1,30       |
| Variabili      | Favorevole     | $\gamma_{Q\text{fav}}$  | 0,00      | 0,00      | 0,00       | 0,00       |
| Variabili      | Sfavorevole    | $\gamma_{Qs\text{fav}}$ | 1,00      | 1,00      | 1,00       | 1,50       |

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i>                     |                     | <i>M1</i> | <i>M2</i> | <i>M2</i> | <i>M1</i> |
|--------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi}$ | 1,00      | 1,25      | 1,25      | 1,00      |
| Coesione efficace                    | $\gamma_{c'}$       | 1,00      | 1,25      | 1,25      | 1,00      |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$       | 1,00      | 1,40      | 1,40      | 1,00      |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$       | 1,00      | 1,60      | 1,60      | 1,00      |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_{\gamma}$   | 1,00      | 1,00      | 1,00      | 1,00      |

### **FONDAZIONE SUPERFICIALE**

#### **Coefficienti parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

*Verifica*

*Coefficienti parziali*

|                                    | R1   | R2   | R3   |
|------------------------------------|------|------|------|
| Capacità portante della fondazione | 1,00 | 1,00 | 1,40 |
| Scorrimento                        | 1,00 | 1,00 | 1,10 |
| Resistenza del terreno a valle     | 1,00 | 1,00 | 1,40 |
| Stabilità globale                  |      | 1,10 |      |

Coeff. di combinazione  $\Psi_0= 0.40$        $\Psi_1= 0.40$        $\Psi_2= 0.00$

*Simbologia adottata*

F/S      Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)  
 $\gamma$       Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$       Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV  | 1,00     | 1.00   | 1,00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV  | 1,00     | 1.00   | 1,00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1,30     | 1.00   | 1,30            |

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV | 1,00     | 1.00   | 1,00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1,00     | 1.00   | 1,00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1,00     | 1.00   | 1,00            |

Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV  | 0,90     | 1.00   | 0,90            |
| Peso proprio terrapieno | FAV  | 0,90     | 1.00   | 0,90            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1,10     | 1.00   | 1,10            |

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV | 1,00     | 1.00   | 1,00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1,00     | 1.00   | 1,00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1,00     | 1.00   | 1,00            |

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV  | 1,00     | 1.00   | 1,00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV  | 1,00     | 1.00   | 1,00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1,30     | 1.00   | 1,30            |
| mobile                  | SFAV | 1.50     | 1.00   | 1.50            |

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV | 1,00     | 1.00   | 1,00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1,00     | 1.00   | 1,00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1,00     | 1.00   | 1,00            |
| mobile                  | SFAV | 1.30     | 1.00   | 1.30            |

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

|                   | S/F | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------|-----|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro | FAV | 0,90     | 1.00   | 0,90            |

|                         |      |      |      |      |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Peso proprio terrapieno | FAV  | 0,90 | 1.00 | 0,90 |
| Spinta terreno          | SFAV | 1,10 | 1.00 | 1,10 |
| mobile                  | SFAV | 1.50 | 1.00 | 1.50 |

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| mobile                  | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |

Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | FAV        | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Peso proprio terrapieno | FAV        | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |

Combinazione n° 14 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | FAV        | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Peso proprio terrapieno | FAV        | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1,00                       | 1.00                     | 1,00                              |

Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1,00     | 1,00   | 1,00            |

Combinazione n° 17 - Quasi Permanente (SLE)

|                         | S/F | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-----|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --  | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| Peso proprio terrapieno | --  | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| Spinta terreno          | --  | 1,00     | 1,00   | 1,00            |

Combinazione n° 18 - Frequente (SLE)

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --   | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| Peso proprio terrapieno | --   | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| Spinta terreno          | --   | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| mobile                  | SFAV | 1,00     | 0,40   | 0,40            |

Combinazione n° 19 - Rara (SLE)

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --   | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| Peso proprio terrapieno | --   | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| Spinta terreno          | --   | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| mobile                  | SFAV | 1,00     | 1,00   | 1,00            |

Combinazione n° 20 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

|                         | S/F | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-----|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --  | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| Peso proprio terrapieno | --  | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| Spinta terreno          | --  | 1,00     | 1,00   | 1,00            |

Combinazione n° 21 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

|                         | S/F | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-----|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --  | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| Peso proprio terrapieno | --  | 1,00     | 1,00   | 1,00            |
| Spinta terreno          | --  | 1,00     | 1,00   | 1,00            |

### 8.3. Muro di risvolto $H_p$ 4.50

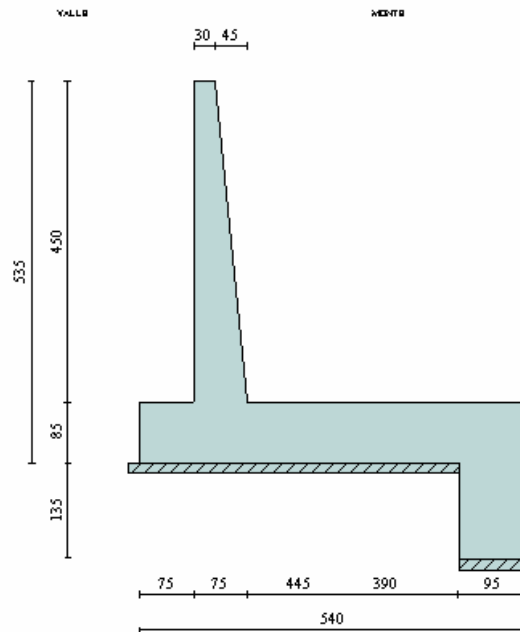
#### 8.3.1. Geometria muro e fondazione

| Descrizione                            | Muro a mensola in c.a. |
|--|------------------------|
| Altezza del paramento                  | 4.50 [m]               |
| Spessore in sommità                    | 0.30 [m]               |
| Spessore all'attacco con la fondazione | 0.75 [m]               |
| Inclinazione paramento esterno         | 0.00 [°]               |
| Inclinazione paramento interno         | 5.71 [°]               |
| Lunghezza del muro                     | 5.00 [m]               |



## Fondazione

|   |          |
|---|----------|
| Lunghezza mensola fondazione di valle       | 0.75 [m] |
| Lunghezza mensola fondazione di monte       | 3.90 [m] |
| Lunghezza totale fondazione                 | 5.40 [m] |
| Inclinazione piano di posa della fondazione | 0.00 [°] |
| Spessore fondazione                         | 0.85 [m] |
| Spessore magrone                            | 0.15 [m] |
| Altezza dello sperone di fondazione         | 1.35 [m] |
| Spessore dello sperone di fondazione        | 0.95 [m] |



### 8.3.2. Caratteristiche terreni

#### Geometria profilo terreno a monte del muro

*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

| N | X     | Y    | A     |
|---|-------|------|-------|
| 1 | 1.75  | 1.00 | 29.74 |
| 2 | 20.00 | 1.00 | 0.00  |

#### Terreno a valle del muro

|   |       |     |
|---|-------|-----|
| Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale                | 0.00  | [°] |
| Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento              | 0,50  | [m] |
| Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione | -0.15 | [m] |

### Descrizione terreni

#### Simbologia adottata

|             |   |
|-------------|---|
| Nr.         | Indice del terreno                                    |
| Descrizione | Descrizione terreno                                   |
| $\gamma$    | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]        |
| $\gamma_s$  | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| $\phi$      | Angolo d'attrito interno espresso in [°]              |
| $\delta$    | Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]           |
| $c$         | Coesione espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]             |
| $c_a$       | Adesione terra-muro espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]  |

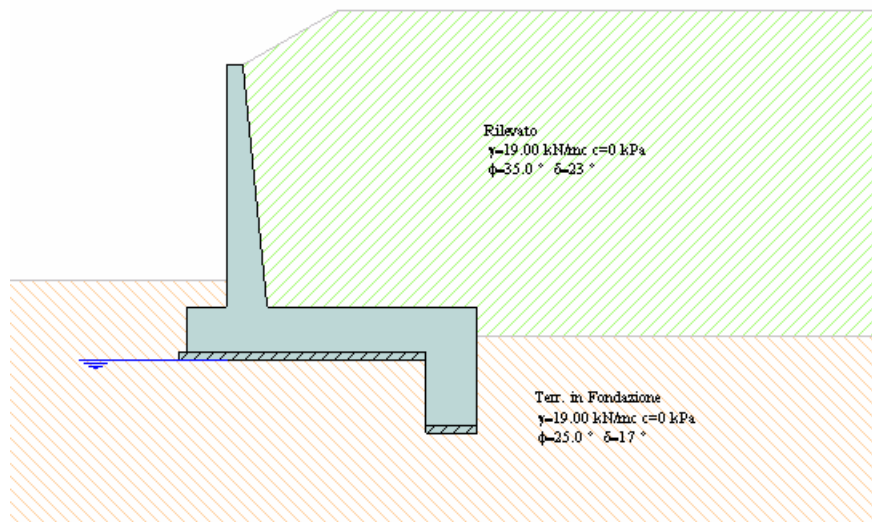
| Descrizione         | $\gamma$ | $\gamma_s$ | $\phi$ | $\delta$ | $c$ | $c_a$ |
|---------------------|----------|------------|--------|----------|-----|-------|
| Rilevato            | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |
| Terr. in Fondazione | 19.00    | 19.00      | 25.00  | 16.67    | 0.0 | 0.0   |

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

|         |  |
|---------|--|
| N       | Indice dello strato  |
| H       | Spessore dello strato espresso in [m]                              |
| a       | Inclinazione espressa in [°]                                       |
| $K_w$   | Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm |
| $K_s$   | Coefficiente di spinta   |
| Terreno | Terreno dello strato   |

| Nr. | H    | a    | $K_w$ | $K_s$ | Terreno             |
|-----|------|------|-------|-------|---------------------|
| 1   | 5.05 | 0.00 | 0.00  | 0.00  | Rilevato            |
| 2   | 5.00 | 0.00 | 2.61  | 0.00  | Terr. in Fondazione |



### 8.3.3. Condizioni di carico

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

|         |  |
|---------|--|
| $X$     | Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m] |
| $F_x$   | Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]           |
| $F_y$   | Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]             |
| $M$     | Momento espresso in [kNm]  |
| $X_i$   | Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]          |
| $X_f$   | Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]            |
| $Q_i$   | Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]                      |
| $Q_f$   | Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]                      |
| $D / C$ | Tipo carico : D=distribuito C=concentrato                                |

#### Condizione n° 1 (mobile)

|   |         |            |             |               |               |
|---|---------|------------|-------------|---------------|---------------|
| D | Profilo | $X_i=1.75$ | $X_f=20,00$ | $Q_i=20,0000$ | $Q_f=20,0000$ |
|---|---------|------------|-------------|---------------|---------------|

### 8.3.4. Impostazioni analisi

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

#### Tipo di analisi

|                                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| Calcolo della spinta                  | metodo di Culmann  |
| Calcolo del carico limite             | metodo di Meyerhof |
| Calcolo della stabilità globale       | metodo di Bishop   |
| Calcolo della spinta in condizioni di | Spinta attiva      |

#### Sisma

##### **Combinazioni SLU**

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 0.78 [m/s <sup>2</sup> ]          |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.50                              |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                              |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.18                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 2.13$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v=0.50 * k_h = 1.07$           |

##### **Combinazioni SLE**

|   |                          |
|---|--------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 0.43 [m/s <sup>2</sup> ] |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.50                     |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                     |

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                       | 0.18                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale           | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)   | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.19$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)     | $k_v=0.50 * k_h = 0.59$           |
| Forma diagramma incremento sismico                         | Stessa forma diagramma statico    |
| Partecipazione spinta passiva (percento)                   | 0.0                               |
| Lunghezza del muro   | 5.00 [m]                          |
| Peso muro  | 267.6375 [kN]                     |
| Baricentro del muro  | X=1.52 Y=-4.42                    |
| <u>Superficie di spinta</u>                                |                                   |
| Punto inferiore superficie di spinta                       | X = 4.35 Y = -6.70                |
| Punto superiore superficie di spinta                       | X = 4.35 Y = 1.00                 |
| Altezza della superficie di spinta                         | 7.70 [m]                          |
| Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) | 0.00 [°]                          |

### 8.3.5. Analisi delle spinte

#### COMBINAZIONE n° 1

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Valore della spinta statica                                  | 210.9525 [kN]              |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 197.6801 [kN]              |
| Componente verticale della spinta statica                    | 73.6446 [kN]               |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 [m] Y = -4.43 [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 20.43 [°]                  |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01 [°]                  |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 [m] Y = -6.70 [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 544.3262 [kN]              |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33 [m] Y = -1.79 [m] |
| <u>Risultanti</u>  |                            |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale         | 197.6801 [kN]              |

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 885.6083  | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -316.7691 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 885.6083  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 197.6801  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.40     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 907.4026  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 12.58     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -352.6039 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1968.2288 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 5.40   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 91.45  | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 236.55 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.96$  | $i_q = 0.96$  | $i_\gamma = 0.84$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.08$  | $d_q = 1.04$  | $d_\gamma = 1.04$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |                |                    |
|----------------|----------------|--------------------|
| $N'_c = 21.35$ | $N'_q = 10.59$ | $N'_\gamma = 5.93$ |
|----------------|----------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.93 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.22 |

COMBINAZIONE n° 2

|   |          |                        |
|---|----------|------------------------|
| Valore della spinta statica                 | 198.8486 | [kN]                   |
| Componente orizzontale della spinta statica | 190.4843 | [kN]                   |
| Componente verticale della spinta statica   | 57.0659  | [kN]                   |
| Punto d'applicazione della spinta           | X = 4.35 | [m]      Y = -4.39 [m] |

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 16.68    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33    | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]  | Y = -6.70 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 418.7125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33 | [m]  | Y = -1.79 | [m] |

### Risultanti

|   |           |       |  |  |
|---|-----------|-------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 190.4843  | [kN]  |  |  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 681.6534  | [kN]  |  |  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -213.0215 | [kN]  |  |  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 681.6534  | [kN]  |  |  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 190.4843  | [kN]  |  |  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.34     | [m]   |  |  |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |  |  |
| Risultante in fondazione                              | 707.7680  | [kN]  |  |  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15.61     | [°]   |  |  |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -228.5845 | [kNm] |  |  |
| Carico ultimo della fondazione                        | 983.4529  | [kN]  |  |  |

### Tensioni sul terreno

|  |        |       |  |  |
|--|--------|-------|--|--|
| Lunghezza fondazione reagente          | 5.40   | [m]   |  |  |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 79.20  | [kPa] |  |  |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 173.27 | [kPa] |  |  |

### Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.89$  | $i_q = 0.89$  | $i_\gamma = 0.58$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.07$  | $d_q = 1.04$  | $d_\gamma = 1.04$ |

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |                |                    |
|----------------|----------------|--------------------|
| $N'_c = 21.35$ | $N'_q = 10.59$ | $N'_\gamma = 5.93$ |
|----------------|----------------|--------------------|

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.32 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 1.44 |

### COMBINAZIONE n° 3

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 218.7335 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 209.5327 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 62.7725  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 | [m]  | Y = -4.39 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 16.68    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33    | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]  | Y = -6.70 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 376.8412 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33 | [m]  | Y = -1.79 | [m] |

### Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 209.5327  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 624.9012  | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -195.6588 | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 201.6907  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 2088.7945 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 624.9012  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 209.5327  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.32     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 659.0944  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 18.54     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -199.8706 | [kNm] |

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |       |
|--|-------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 10.36 |
|--|-------|

Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

#### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

#### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.22 Y[m]= 3.06

Raggio del cerchio R[m]= 11.24

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -9.98

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.83

Larghezza della striscia dx[m]= 0.79

Coefficiente di sicurezza C= 1.67

Le strisce sono numerate da monte verso valle

#### Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W        | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|----------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 1930.14  | 72.51              | 1840.89       | 2.64           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 4991.00  | 61.72              | 4395.34       | 1.67           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 6959.35  | 54.01              | 5631.20       | 1.35           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 8462.63  | 47.58              | 6247.05       | 1.17           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 9673.43  | 41.87              | 6456.22       | 1.06           | 21.75  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 10670.95 | 36.64              | 6367.69       | 0.99           | 20.46  | 0.000 | 0.045 |
| 7        | 11583.75 | 31.74              | 6094.13       | 0.93           | 20.46  | 0.000 | 0.099 |
| 8        | 13253.71 | 27.10              | 6036.86       | 0.89           | 20.46  | 0.000 | 0.144 |
| 9        | 13242.61 | 22.64              | 5097.00       | 0.86           | 20.46  | 0.000 | 0.181 |
| 10       | 13619.16 | 18.32              | 4280.71       | 0.83           | 20.46  | 0.000 | 0.210 |
| 11       | 13752.20 | 14.11              | 3352.04       | 0.82           | 20.46  | 0.000 | 0.233 |
| 12       | 13378.57 | 9.97               | 2316.92       | 0.80           | 20.46  | 0.000 | 0.250 |
| 13       | 13029.77 | 5.89               | 1337.12       | 0.80           | 20.46  | 0.000 | 0.261 |



|    |         |        |          |      |       |       |       |
|----|---------|--------|----------|------|-------|-------|-------|
| 14 | 6700.05 | 1.84   | 214.82   | 0.79 | 20.46 | 0.000 | 0.267 |
| 15 | 6392.96 | -2.21  | -246.10  | 0.79 | 20.46 | 0.000 | 0.266 |
| 16 | 6302.79 | -6.26  | -687.35  | 0.80 | 20.46 | 0.000 | 0.261 |
| 17 | 6124.99 | -10.35 | -1100.14 | 0.81 | 20.46 | 0.000 | 0.249 |
| 18 | 5856.75 | -14.49 | -1465.24 | 0.82 | 20.46 | 0.000 | 0.231 |
| 19 | 5493.58 | -18.71 | -1762.07 | 0.84 | 20.46 | 0.000 | 0.208 |
| 20 | 5028.92 | -23.04 | -1967.97 | 0.86 | 20.46 | 0.000 | 0.178 |
| 21 | 4453.45 | -27.51 | -2057.15 | 0.89 | 20.46 | 0.000 | 0.140 |
| 22 | 3753.94 | -32.18 | -1999.09 | 0.94 | 20.46 | 0.000 | 0.095 |
| 23 | 2911.22 | -37.10 | -1755.97 | 0.99 | 20.46 | 0.000 | 0.040 |
| 24 | 1896.44 | -42.37 | -1277.95 | 1.07 | 20.46 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 663.02  | -48.13 | -493.72  | 1.19 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$$\Sigma W_i = 1864.5229 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 439.8864 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 740.2272 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.57$$

#### COMBINAZIONE n° 5

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 273.0506 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 255.4223 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 96.5199  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 | [m]  | Y = -4.14 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 20.70    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01    | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]  | Y = -6.70 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 622.3263 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33 | [m]  | Y = -1.79 | [m] |

#### Risultanti

|  |           |      |
|--|-----------|------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 255.4223  | [kN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale   | 986.4836  | [kN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione               | -354.8085 | [kN] |

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 986.4836  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 255.4223  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.35     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1019.0145 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 14.52     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -341.0589 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1849.0705 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 5.40   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 112.51 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 252.86 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.92$  | $i_q = 0.92$  | $i_\gamma = 0.72$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.08$  | $d_q = 1.04$  | $d_\gamma = 1.04$ |

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |                |                    |
|----------------|----------------|--------------------|
| $N'_c = 21.35$ | $N'_q = 10.59$ | $N'_\gamma = 5.93$ |
|----------------|----------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.66 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 1.87 |

COMBINAZIONE n° 6

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 265.4109 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 253.9202 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 77.2497  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 | [m]  | Y = -4.07 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 16.92    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33    | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]  | Y = -6.70 | [m] |

|   |          |      |               |
|---|----------|------|---------------|
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 486.3125 | [kN] |               |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 2.33 | [m]  | Y = -1.79 [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 253.9202  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 769.4372  | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -243.1049 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 769.4372  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 253.9202  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.24     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 810.2525  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 18.26     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -187.1193 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 907.7709  | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 5.40   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 103.99 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 180.99 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.84$  | $i_q = 0.84$  | $i_\gamma = 0.41$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.07$  | $d_q = 1.04$  | $d_\gamma = 1.04$ |

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |                |                    |
|----------------|----------------|--------------------|
| $N'_c = 21.35$ | $N'_q = 10.59$ | $N'_\gamma = 5.93$ |
|----------------|----------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.11 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 1.18 |

COMBINAZIONE n° 7

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 295.5363 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 282.7280 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 86.0615  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 | [m]  | Y = -4.06 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 16.93    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33    | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]  | Y = -6.70 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 454.8413 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33 | [m]  | Y = -1.79 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 282.7280  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 726.1902  | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -230.3704 | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 365.5518  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 2478.2916 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 726.1902  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 282.7280  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.21     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 779.2865  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 21.27     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -152.0261 | [kNm] |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 6.78

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

- W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

- Numero di cerchi analizzati 36  
Numero di strisce 25

Cerchio critico

- Coordinate del centro X[m]= -1.22 Y[m]= 3.06  
Raggio del cerchio R[m]= 11.24  
Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -9.98  
Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.83  
Larghezza della striscia dx[m]= 0.79  
Coefficiente di sicurezza C= 1.46  
Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W        | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|----------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 4031.02  | 72.51              | 3844.62       | 2.64           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 7091.87  | 61.72              | 6245.48       | 1.67           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 9060.23  | 54.01              | 7331.13       | 1.35           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 10563.51 | 47.58              | 7797.90       | 1.17           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 11774.31 | 41.87              | 7858.38       | 1.06           | 21.75  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 12771.83 | 36.64              | 7621.35       | 0.99           | 20.46  | 0.000 | 0.045 |
| 7        | 13684.63 | 31.74              | 7199.39       | 0.93           | 20.46  | 0.000 | 0.099 |
| 8        | 15354.59 | 27.10              | 6993.77       | 0.89           | 20.46  | 0.000 | 0.144 |
| 9        | 15343.49 | 22.64              | 5905.61       | 0.86           | 20.46  | 0.000 | 0.181 |
| 10       | 15720.04 | 18.32              | 4941.05       | 0.83           | 20.46  | 0.000 | 0.210 |
| 11       | 14176.98 | 14.11              | 3455.58       | 0.82           | 20.46  | 0.000 | 0.233 |
| 12       | 13378.57 | 9.97               | 2316.92       | 0.80           | 20.46  | 0.000 | 0.250 |

|    |          |        |          |      |       |       |       |
|----|----------|--------|----------|------|-------|-------|-------|
| 13 | 13029.77 | 5.89   | 1337.12  | 0.80 | 20.46 | 0.000 | 0.261 |
| 14 | 6700.05  | 1.84   | 214.82   | 0.79 | 20.46 | 0.000 | 0.267 |
| 15 | 6392.96  | -2.21  | -246.10  | 0.79 | 20.46 | 0.000 | 0.266 |
| 16 | 6302.79  | -6.26  | -687.35  | 0.80 | 20.46 | 0.000 | 0.261 |
| 17 | 6124.99  | -10.35 | -1100.14 | 0.81 | 20.46 | 0.000 | 0.249 |
| 18 | 5856.75  | -14.49 | -1465.24 | 0.82 | 20.46 | 0.000 | 0.231 |
| 19 | 5493.58  | -18.71 | -1762.07 | 0.84 | 20.46 | 0.000 | 0.208 |
| 20 | 5028.92  | -23.04 | -1967.97 | 0.86 | 20.46 | 0.000 | 0.178 |
| 21 | 4453.45  | -27.51 | -2057.15 | 0.89 | 20.46 | 0.000 | 0.140 |
| 22 | 3753.94  | -32.18 | -1999.09 | 0.94 | 20.46 | 0.000 | 0.095 |
| 23 | 2911.22  | -37.10 | -1755.97 | 0.99 | 20.46 | 0.000 | 0.040 |
| 24 | 1896.44  | -42.37 | -1277.95 | 1.07 | 20.46 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 663.02   | -48.13 | -493.72  | 1.19 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 2074.7176$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 571.2500$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 834.5940$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.57$

#### COMBINAZIONE n° 9

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 162.2711 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 152.0616 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 56.6497  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 | [m]  | Y = -4.43 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 20.43    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 9.0858   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 4.35 | [m]  | Y = -4.43 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 51.94    | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]  | Y = -6.70 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 418.7125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33 | [m]  | Y = -1.79 | [m] |
| Inerzia del muro   | 4.3914   | [kN] |           |     |

|  |        |      |
|--|--------|------|
| Inerzia verticale del muro                           | 2.1957 | [kN] |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte           | 8.9313 | [kN] |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 4.4656 | [kN] |

#### Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 173.8984  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 691.0704  | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -253.0941 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 691.0704  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 173.8984  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.35     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 712.6142  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 14.12     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -238.8450 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1883.6667 | [kN]  |

#### Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 5.40   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 78.83  | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 177.12 | [kPa] |

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.92$  | $i_q = 0.92$  | $i_\gamma = 0.74$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.08$  | $d_q = 1.04$  | $d_\gamma = 1.04$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 21.35 \qquad N'_q = 10.59 \qquad N'_\gamma = 5.93$$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.73 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.73 |

COMBINAZIONE n° 10

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 162.2711 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 152.0616 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 56.6497  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 | [m]  | Y = -4.43 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 20.43    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 5.6282   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 4.35 | [m]  | Y = -4.43 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 51.94    | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]  | Y = -6.70 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 418.7125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33 | [m]  | Y = -1.79 | [m] |
| Inerzia del muro   | 4.3914   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -2.1957  | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 8.9313   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -4.4656  | [kN] |           |     |

Risultanti

|   |           |       |  |  |
|---|-----------|-------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 170.6584  | [kN]  |  |  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 676.5407  | [kN]  |  |  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -248.1453 | [kN]  |  |  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 676.5407  | [kN]  |  |  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 170.6584  | [kN]  |  |  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.34     | [m]   |  |  |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |  |  |
| Risultante in fondazione                              | 697.7332  | [kN]  |  |  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 14.16     | [°]   |  |  |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -233.0598 | [kNm] |  |  |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1881.8541 | [kN]  |  |  |

Tensioni sul terreno

|                               |      |     |  |  |
|-------------------------------|------|-----|--|--|
| Lunghezza fondazione reagente | 5.40 | [m] |  |  |
|-------------------------------|------|-----|--|--|



|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 77.33  | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 173.24 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.92$  | $i_q = 0.92$  | $i_\gamma = 0.74$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.08$  | $d_q = 1.04$  | $d_\gamma = 1.04$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |                |                    |
|----------------|----------------|--------------------|
| $N'_c = 21.35$ | $N'_q = 10.59$ | $N'_\gamma = 5.93$ |
|----------------|----------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.73 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.78 |

COMBINAZIONE n° 11

|  |          |                        |
|--|----------|------------------------|
| Valore della spinta statica                                  | 198.8486 | [kN]                   |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 190.4843 | [kN]                   |
| Componente verticale della spinta statica                    | 57.0659  | [kN]                   |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 | [m]      Y = -4.39 [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 16.68    | [°]                    |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33    | [°]                    |
| Incremento sismico della spinta                              | 10.3342  | [kN]                   |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 4.35 | [m]      Y = -4.39 [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 49.15    | [°]                    |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]      Y = -6.70 [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 418.7125 | [kN]                   |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33 | [m]      Y = -1.79 [m] |
| Inerzia del muro   | 4.3914   | [kN]                   |
| Inerzia verticale del muro                                   | 2.1957   | [kN]                   |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 8.9313   | [kN]                   |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 4.4656   | [kN]                   |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 213.7064  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 691.2804  | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -218.1505 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 691.2804  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 213.7064  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.28     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 723.5600  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 17.18     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -193.9255 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 938.3763  | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 5.40   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 88.11  | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 167.92 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.86$  | $i_q = 0.86$  | $i_\gamma = 0.47$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.07$  | $d_q = 1.04$  | $d_\gamma = 1.04$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 21.35 \qquad N'_q = 10.59 \qquad N'_\gamma = 5.93$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.19 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 1.36 |

COMBINAZIONE n° 12

|   |          |      |
|---|----------|------|
| Valore della spinta statica                 | 198.8486 | [kN] |
| Componente orizzontale della spinta statica | 190.4843 | [kN] |
| Componente verticale della spinta statica   | 57.0659  | [kN] |

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 | [m]  | Y = -4.39 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 16.68    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 6.0972   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 4.35 | [m]  | Y = -4.39 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 49.15    | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]  | Y = -6.70 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 418.7125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33 | [m]  | Y = -1.79 | [m] |
| Inerzia del muro   | 4.3914   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -2.1957  | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 8.9313   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -4.4656  | [kN] |           |     |

#### Risultanti

|   |           |       |  |  |
|---|-----------|-------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 209.6476  | [kN]  |  |  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 676.7418  | [kN]  |  |  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -213.8818 | [kN]  |  |  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 676.7418  | [kN]  |  |  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 209.6476  | [kN]  |  |  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.28     | [m]   |  |  |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |  |  |
| Risultante in fondazione                              | 708.4713  | [kN]  |  |  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 17.21     | [°]   |  |  |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -189.0491 | [kNm] |  |  |
| Carico ultimo della fondazione                        | 937.4238  | [kN]  |  |  |

#### Tensioni sul terreno

|  |        |       |  |  |
|--|--------|-------|--|--|
| Lunghezza fondazione reagente          | 5.40   | [m]   |  |  |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 86.42  | [kPa] |  |  |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 164.22 | [kPa] |  |  |

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|

|                             |              |              |                   |
|-----------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| <b>Fattori forma</b>        | $s_c = 1.00$ | $s_q = 1.00$ | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b> | $i_c = 0.86$ | $i_q = 0.86$ | $i_\gamma = 0.47$ |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.07$ | $d_q = 1.04$ | $d_\gamma = 1.04$ |

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 21.35 \qquad N'_q = 10.59 \qquad N'_\gamma = 5.93$$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.19 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 1.39 |

### COMBINAZIONE n° 13

|  |           |      |           |     |
|--|-----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 198.8486  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 190.4843  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 57.0659   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35  | [m]  | Y = -4.39 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 16.68     | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33     | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 10.3342   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 4.35  | [m]  | Y = -4.39 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 49.15     | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35  | [m]  | Y = -6.70 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 418.7125  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33  | [m]  | Y = -1.79 | [m] |
| Inerzia del muro   | 4.3914    | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 2.1957    | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 8.9313    | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 4.4656    | [kN] |           |     |
| <b><u>Risultanti</u></b>                                     |           |      |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale         | 213.7064  | [kN] |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale           | 691.2804  | [kN] |           |     |
| Resistenza passiva dente di fondazione                       | -218.1505 | [kN] |           |     |

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 228.7718  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 2289.1544 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 691.2804  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 213.7064  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.28     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 723.5600  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 17.18     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -193.9255 | [kNm] |

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |       |
|--|-------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 10.01 |
|--|-------|

### **COMBINAZIONE n° 14**

|  |          |                           |
|--|----------|---------------------------|
| Valore della spinta statica                                  | 198.8486 | [kN]                      |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 190.4843 | [kN]                      |
| Componente verticale della spinta statica                    | 57.0659  | [kN]                      |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 | [m]      Y = -4.39    [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 16.68    | [°]                       |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33    | [°]                       |
| Incremento sismico della spinta                              | 6.0972   | [kN]                      |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 4.35 | [m]      Y = -4.39    [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 49.15    | [°]                       |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]      Y = -6.70    [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 418.7125 | [kN]                      |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33 | [m]      Y = -1.79    [m] |
| Inerzia del muro   | 4.3914   | [kN]                      |
| Inerzia verticale del muro                                   | -2.1957  | [kN]                      |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 8.9313   | [kN]                      |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -4.4656  | [kN]                      |

### **Risultanti**

|  |          |      |
|--|----------|------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 209.6476 | [kN] |
|--|----------|------|

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 676.7418  | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -213.8818 | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 245.6005  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 2261.8525 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 676.7418  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 209.6476  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.28     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 708.4713  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 17.21     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -189.0491 | [kNm] |

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 9.21

Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 15

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.22 Y[m]= 3.06

Raggio del cerchio R[m]= 11.24

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -9.98

Ascissa a monte del cerchio  $X_s[m]= 9.83$

Larghezza della striscia  $dx[m]= 0.79$

Coefficiente di sicurezza  $C= 1.58$

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W        | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|----------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 1930.14  | 72.51              | 1840.89       | 2.64           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 4991.00  | 61.72              | 4395.34       | 1.67           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 6959.35  | 54.01              | 5631.20       | 1.35           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 8462.63  | 47.58              | 6247.05       | 1.17           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 9673.43  | 41.87              | 6456.22       | 1.06           | 21.75  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 10670.95 | 36.64              | 6367.69       | 0.99           | 20.46  | 0.000 | 0.045 |
| 7        | 11583.75 | 31.74              | 6094.13       | 0.93           | 20.46  | 0.000 | 0.099 |
| 8        | 13253.71 | 27.10              | 6036.86       | 0.89           | 20.46  | 0.000 | 0.144 |
| 9        | 13242.61 | 22.64              | 5097.00       | 0.86           | 20.46  | 0.000 | 0.181 |
| 10       | 13619.16 | 18.32              | 4280.71       | 0.83           | 20.46  | 0.000 | 0.210 |
| 11       | 13752.20 | 14.11              | 3352.04       | 0.82           | 20.46  | 0.000 | 0.233 |
| 12       | 13378.57 | 9.97               | 2316.92       | 0.80           | 20.46  | 0.000 | 0.250 |
| 13       | 13029.77 | 5.89               | 1337.12       | 0.80           | 20.46  | 0.000 | 0.261 |
| 14       | 6700.05  | 1.84               | 214.82        | 0.79           | 20.46  | 0.000 | 0.267 |
| 15       | 6392.96  | -2.21              | -246.10       | 0.79           | 20.46  | 0.000 | 0.266 |
| 16       | 6302.79  | -6.26              | -687.35       | 0.80           | 20.46  | 0.000 | 0.261 |
| 17       | 6124.99  | -10.35             | -1100.14      | 0.81           | 20.46  | 0.000 | 0.249 |
| 18       | 5856.75  | -14.49             | -1465.24      | 0.82           | 20.46  | 0.000 | 0.231 |
| 19       | 5493.58  | -18.71             | -1762.07      | 0.84           | 20.46  | 0.000 | 0.208 |
| 20       | 5028.92  | -23.04             | -1967.97      | 0.86           | 20.46  | 0.000 | 0.178 |
| 21       | 4453.45  | -27.51             | -2057.15      | 0.89           | 20.46  | 0.000 | 0.140 |
| 22       | 3753.94  | -32.18             | -1999.09      | 0.94           | 20.46  | 0.000 | 0.095 |
| 23       | 2911.22  | -37.10             | -1755.97      | 0.99           | 20.46  | 0.000 | 0.040 |
| 24       | 1896.44  | -42.37             | -1277.95      | 1.07           | 20.46  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 663.02   | -48.13             | -493.72       | 1.19           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i= 1864.5229$  [kN]

$\Sigma W_i\sin\alpha_i= 439.8864$  [kN]

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 740.2272 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.57$$

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 16

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.22 Y[m]= 3.06

Raggio del cerchio R[m]= 11.24

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -9.98

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.83

Larghezza della striscia dx[m]= 0.79

Coefficiente di sicurezza C= 1.57

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W \sin \alpha$ | $b / \cos \alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|---------|--------------------|-----------------|-------------------|--------|-------|-------|
| 1        | 1930.14 | 72.51              | 1840.89         | 2.64              | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 4991.00 | 61.72              | 4395.34         | 1.67              | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 6959.35 | 54.01              | 5631.20         | 1.35              | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 8462.63 | 47.58              | 6247.05         | 1.17              | 29.26  | 0.000 | 0.000 |



|    |          |        |          |      |       |       |       |
|----|----------|--------|----------|------|-------|-------|-------|
| 5  | 9673.43  | 41.87  | 6456.22  | 1.06 | 21.75 | 0.000 | 0.000 |
| 6  | 10670.95 | 36.64  | 6367.69  | 0.99 | 20.46 | 0.000 | 0.045 |
| 7  | 11583.75 | 31.74  | 6094.13  | 0.93 | 20.46 | 0.000 | 0.099 |
| 8  | 13253.71 | 27.10  | 6036.86  | 0.89 | 20.46 | 0.000 | 0.144 |
| 9  | 13242.61 | 22.64  | 5097.00  | 0.86 | 20.46 | 0.000 | 0.181 |
| 10 | 13619.16 | 18.32  | 4280.71  | 0.83 | 20.46 | 0.000 | 0.210 |
| 11 | 13752.20 | 14.11  | 3352.04  | 0.82 | 20.46 | 0.000 | 0.233 |
| 12 | 13378.57 | 9.97   | 2316.92  | 0.80 | 20.46 | 0.000 | 0.250 |
| 13 | 13029.77 | 5.89   | 1337.12  | 0.80 | 20.46 | 0.000 | 0.261 |
| 14 | 6700.05  | 1.84   | 214.82   | 0.79 | 20.46 | 0.000 | 0.267 |
| 15 | 6392.96  | -2.21  | -246.10  | 0.79 | 20.46 | 0.000 | 0.266 |
| 16 | 6302.79  | -6.26  | -687.35  | 0.80 | 20.46 | 0.000 | 0.261 |
| 17 | 6124.99  | -10.35 | -1100.14 | 0.81 | 20.46 | 0.000 | 0.249 |
| 18 | 5856.75  | -14.49 | -1465.24 | 0.82 | 20.46 | 0.000 | 0.231 |
| 19 | 5493.58  | -18.71 | -1762.07 | 0.84 | 20.46 | 0.000 | 0.208 |
| 20 | 5028.92  | -23.04 | -1967.97 | 0.86 | 20.46 | 0.000 | 0.178 |
| 21 | 4453.45  | -27.51 | -2057.15 | 0.89 | 20.46 | 0.000 | 0.140 |
| 22 | 3753.94  | -32.18 | -1999.09 | 0.94 | 20.46 | 0.000 | 0.095 |
| 23 | 2911.22  | -37.10 | -1755.97 | 0.99 | 20.46 | 0.000 | 0.040 |
| 24 | 1896.44  | -42.37 | -1277.95 | 1.07 | 20.46 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 663.02   | -48.13 | -493.72  | 1.19 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$$\Sigma W_i = 1864.5229 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 439.8864 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 740.2272 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.57$$

#### COMBINAZIONE n° 17

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 162.2711 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 152.0616 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 56.6497  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 | [m]  | Y = -4.43 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 20.43    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01    | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]  | Y = -6.70 | [m] |

|   |          |      |               |
|---|----------|------|---------------|
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 418.7125 | [kN] |               |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 2.33 | [m]  | Y = -1.79 [m] |

### Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 152.0616  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 681.2372  | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -247.1603 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 681.2372  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 152.0616  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.40     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 698.0020  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 12.58     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -271.2337 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1968.2288 | [kN]  |

### Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 5.40   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 70.35  | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 181.96 | [kPa] |

### Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.96$  | $i_q = 0.96$  | $i_\gamma = 0.84$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.08$  | $d_q = 1.04$  | $d_\gamma = 1.04$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |                |                    |
|----------------|----------------|--------------------|
| $N'_c = 21.35$ | $N'_q = 10.59$ | $N'_\gamma = 5.93$ |
|----------------|----------------|--------------------|

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.95 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.89 |

**COMBINAZIONE n° 18**

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 178.8302 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 167.4595 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 62.7498  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 | [m]  | Y = -4.32 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 20.54    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01    | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]  | Y = -6.70 | [m] |
| <br>   |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 439.5125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33 | [m]  | Y = -1.79 | [m] |

**Risultanti**

|   |           |       |  |  |
|---|-----------|-------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 167.4595  | [kN]  |  |  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 708.1373  | [kN]  |  |  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -257.3042 | [kN]  |  |  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 708.1373  | [kN]  |  |  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 167.4595  | [kN]  |  |  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.38     | [m]   |  |  |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |  |  |
| Risultante in fondazione                              | 727.6682  | [kN]  |  |  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 13.30     | [°]   |  |  |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -268.1551 | [kNm] |  |  |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1923.3029 | [kN]  |  |  |

**Tensioni sul terreno**

|  |        |       |  |  |
|--|--------|-------|--|--|
| Lunghezza fondazione reagente          | 5.40   | [m]   |  |  |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 75.96  | [kPa] |  |  |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 186.31 | [kPa] |  |  |

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.94$  | $i_q = 0.94$  | $i_\gamma = 0.79$ |

**Fattori profondità**  $d_c = 1.08$   $d_q = 1.04$   $d_\gamma = 1.04$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 21.35$   $N'_q = 10.59$   $N'_\gamma = 5.93$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.84

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 2.72

### COMBINAZIONE n° 19

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 203.6697 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 190.5564 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 71.8999  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 | [m]  | Y = -4.18 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 20.67    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01    | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]  | Y = -6.70 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 470.7125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33 | [m]  | Y = -1.79 | [m] |

### Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 190.5564  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 748.4874  | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -272.5199 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 748.4874  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 190.5564  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.35     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 772.3633  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 14.28     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -263.5371 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1863.2232 | [kN]  |

### Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 5.40   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 84.38  | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 192.83 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.92$  | $i_q = 0.92$  | $i_\gamma = 0.73$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.08$  | $d_q = 1.04$  | $d_\gamma = 1.04$ |

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |                |                    |
|----------------|----------------|--------------------|
| $N'_c = 21.35$ | $N'_q = 10.59$ | $N'_\gamma = 5.93$ |
|----------------|----------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.71 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.49 |

COMBINAZIONE n° 20

|  |          |                           |
|--|----------|---------------------------|
| Valore della spinta statica                                  | 162.2711 | [kN]                      |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 152.0616 | [kN]                      |
| Componente verticale della spinta statica                    | 56.6497  | [kN]                      |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35 | [m]      Y = -4.43    [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 20.43    | [°]                       |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01    | [°]                       |
| Incremento sismico della spinta                              | 5.0097   | [kN]                      |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 4.35 | [m]      Y = -4.43    [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 52.44    | [°]                       |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35 | [m]      Y = -6.70    [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 418.7125 | [kN]                      |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33 | [m]      Y = -1.79    [m] |
| Inerzia del muro   | 2.4422   | [kN]                      |
| Inerzia verticale del muro                                   | 1.2211   | [kN]                      |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 4.9669   | [kN]                      |

|  |        |      |
|--|--------|------|
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 2.4835 | [kN] |
|--|--------|------|

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 164.1652  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 686.6906  | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -250.4550 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 686.6906  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 164.1652  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.37     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 5.40      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 706.0413  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 13.45     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -253.2179 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1920.8817 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 5.40   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 75.06  | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 179.27 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.94$  | $i_q = 0.94$  | $i_\gamma = 0.79$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.08$  | $d_q = 1.04$  | $d_\gamma = 1.04$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |                |                    |
|----------------|----------------|--------------------|
| $N'_c = 21.35$ | $N'_q = 10.59$ | $N'_\gamma = 5.93$ |
|----------------|----------------|--------------------|

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.82 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.80 |

COMBINAZIONE n° 21

|                             |          |      |
|-----------------------------|----------|------|
| Valore della spinta statica | 162.2711 | [kN] |
|-----------------------------|----------|------|

|  |           |       |           |     |
|--|-----------|-------|-----------|-----|
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 152.0616  | [kN]  |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 56.6497   | [kN]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 4.35  | [m]   | Y = -4.43 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 20.43     | [°]   |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01     | [°]   |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 3.0855    | [kN]  |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 4.35  | [m]   | Y = -4.43 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 52.38     | [°]   |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 4.35  | [m]   | Y = -6.70 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 418.7125  | [kN]  |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 2.33  | [m]   | Y = -1.79 | [m] |
| Inerzia del muro   | 2.4422    | [kN]  |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -1.2211   | [kN]  |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 4.9669    | [kN]  |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -2.4835   | [kN]  |           |     |
| <b><u>Risultanti</u></b>                                     |           |       |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale         | 162.3620  | [kN]  |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale           | 678.6098  | [kN]  |           |     |
| Resistenza passiva dente di fondazione                       | -247.7026 | [kN]  |           |     |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione            | 678.6098  | [kN]  |           |     |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione        | 162.3620  | [kN]  |           |     |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione         | -0.37     | [m]   |           |     |
| Lunghezza fondazione reagente                                | 5.40      | [m]   |           |     |
| Risultante in fondazione                                     | 697.7626  | [kN]  |           |     |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)        | 13.46     | [°]   |           |     |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione              | -250.0004 | [kNm] |           |     |
| Carico ultimo della fondazione                               | 1920.3178 | [kN]  |           |     |
| <b><u>Tensioni sul terreno</u></b>                           |           |       |           |     |
| Lunghezza fondazione reagente                                | 5.40      | [m]   |           |     |
| Tensione terreno allo spigolo di valle                       | 74.23     | [kPa] |           |     |
| Tensione terreno allo spigolo di monte                       | 177.11    | [kPa] |           |     |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.94$  | $i_q = 0.94$  | $i_\gamma = 0.79$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.08$  | $d_q = 1.04$  | $d_\gamma = 1.04$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 21.35 \qquad N'_q = 10.59 \qquad N'_\gamma = 5.93$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.82 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.83 |

**8.3.6. Quadro riassuntivo dei coefficienti di sicurezza calcolati**

*Simbologia adottata*

|              |   |
|--------------|---|
| <i>C</i>     | Identificativo della combinazione       |
| <i>Tipo</i>  | Tipo combinazione                       |
| <i>Sisma</i> | Combinazione sismica                    |
| $CS_{SCO}$   | Coeff. di sicurezza allo scorrimento    |
| $CS_{RIB}$   | Coeff. di sicurezza al ribaltamento     |
| $CS_{QLIM}$  | Coeff. di sicurezza a carico limite     |
| $CS_{STAB}$  | Coeff. di sicurezza a stabilità globale |

| <b>C</b> | <b>Tipo</b> | <b>Sisma</b>                     | <b><math>CS_{SCO}</math></b> | <b><math>CS_{RIB}</math></b> | <b><math>CS_{QLIM}</math></b> | <b><math>CS_{STAB}</math></b> |
|----------|-------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1        | A1-M1 - [1] | --                               | 1.93                         | --                           | 2.22                          | --                            |
| 2        | A2-M2 - [1] | --                               | 1.32                         | --                           | 1.44                          | --                            |
| 3        | EQU - [1]   | --                               | --                           | 10.36                        | --                            | --                            |
| 4        | STAB - [1]  | --                               | --                           | --                           | --                            | 1.67                          |
| 5        | A1-M1 - [2] | --                               | 1.66                         | --                           | 1.87                          | --                            |
| 6        | A2-M2 - [2] | --                               | 1.11                         | --                           | 1.18                          | --                            |
| 7        | EQU - [2]   | --                               | --                           | 6.78                         | --                            | --                            |
| 8        | STAB - [2]  | --                               | --                           | --                           | --                            | 1.46                          |
| 9        | A1-M1 - [3] | Orizzontale + Verticale positivo | 1.73                         | --                           | 2.73                          | --                            |
| 10       | A1-M1 - [3] | Orizzontale + Verticale negativo | 1.73                         | --                           | 2.78                          | --                            |
| 11       | A2-M2 - [3] | Orizzontale + Verticale positivo | 1.19                         | --                           | 1.36                          | --                            |
| 12       | A2-M2 - [3] | Orizzontale + Verticale negativo | 1.19                         | --                           | 1.39                          | --                            |
| 13       | EQU - [3]   | Orizzontale + Verticale positivo | --                           | 10.01                        | --                            | --                            |
| 14       | EQU - [3]   | Orizzontale + Verticale negativo | --                           | 9.21                         | --                            | --                            |
| 15       | STAB - [3]  | Orizzontale + Verticale positivo | --                           | --                           | --                            | 1.58                          |
| 16       | STAB - [3]  | Orizzontale + Verticale negativo | --                           | --                           | --                            | 1.57                          |
| 17       | SLEQ - [1]  | --                               | 1.95                         | --                           | 2.89                          | --                            |



|    |            |                                  |      |    |      |    |
|----|------------|----------------------------------|------|----|------|----|
| 18 | SLEF - [1] | --                               | 1.84 | -- | 2.72 | -- |
| 19 | SLER - [1] | --                               | 1.71 | -- | 2.49 | -- |
| 20 | SLEQ - [1] | Orizzontale + Verticale positivo | 1.82 | -- | 2.80 | -- |
| 21 | SLEQ - [1] | Orizzontale + Verticale negativo | 1.82 | -- | 2.83 | -- |

### 8.3.7. Sollecitazioni sulla struttura

#### *Inviluppo Sollecitazioni paramento*

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

| Nr. | Y    | Nmin    | Nmax    | Mmin     | Mmax     | Tmin    | Tmax     |
|-----|------|---------|---------|----------|----------|---------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   | 0.0000  | 0.0000   |
| 2   | 0.23 | 1.7506  | 2.2757  | 0.1410   | 0.2477   | 1.2412  | 2.1776   |
| 3   | 0.45 | 3.6273  | 4.7155  | 0.6323   | 1.0478   | 2.9319  | 4.7238   |
| 4   | 0.68 | 5.6301  | 7.3192  | 1.5762   | 2.4786   | 5.0695  | 7.5764   |
| 5   | 0.90 | 7.7591  | 10.0869 | 3.0728   | 4.6034   | 7.6239  | 10.8689  |
| 6   | 1.13 | 10.0143 | 13.0186 | 5.2034   | 7.4740   | 10.4552 | 14.7863  |
| 7   | 1.35 | 12.3956 | 16.1142 | 8.0144   | 11.3986  | 13.4259 | 19.1289  |
| 8   | 1.57 | 14.9030 | 19.3739 | 11.5329  | 16.3826  | 16.4952 | 23.8693  |
| 9   | 1.80 | 17.5366 | 22.7976 | 15.7813  | 22.5052  | 19.6585 | 28.9879  |
| 10  | 2.02 | 20.2963 | 26.3852 | 20.7870  | 29.8511  | 22.9712 | 34.4697  |
| 11  | 2.25 | 23.1822 | 30.1368 | 26.5951  | 38.5020  | 26.5160 | 40.3035  |
| 12  | 2.48 | 26.1942 | 34.0524 | 33.2624  | 48.5377  | 30.3130 | 46.4807  |
| 13  | 2.70 | 29.3323 | 38.1320 | 40.8473  | 60.0360  | 34.3625 | 52.9948  |
| 14  | 2.93 | 32.5966 | 42.3756 | 49.4078  | 73.0735  | 38.6645 | 59.8404  |
| 15  | 3.15 | 35.9870 | 46.7831 | 59.0023  | 87.7258  | 43.2189 | 67.0132  |
| 16  | 3.38 | 39.5036 | 51.3547 | 69.6890  | 104.0675 | 48.0258 | 74.5099  |
| 17  | 3.60 | 43.1463 | 56.0902 | 81.5262  | 122.1727 | 53.0851 | 82.3278  |
| 18  | 3.83 | 46.9152 | 60.9897 | 94.5720  | 142.1146 | 58.3969 | 90.4645  |
| 19  | 4.05 | 50.8102 | 66.0532 | 108.8847 | 163.9664 | 63.9612 | 98.9182  |
| 20  | 4.28 | 54.8313 | 71.2807 | 124.5225 | 187.8005 | 69.7780 | 107.6873 |
| 21  | 4.50 | 58.9786 | 76.6722 | 141.5412 | 213.6862 | 75.8072 | 116.7205 |

#### Inviluppo combinazioni SLE

| Nr. | Y    | Nmin    | Nmax    | Mmin    | Mmax    | Tmin    | Tmax    |
|-----|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.23 | 1.7506  | 1.7506  | 0.1326  | 0.1387  | 1.1642  | 1.2205  |
| 3   | 0.45 | 3.6273  | 3.6273  | 0.5963  | 0.6228  | 2.7604  | 2.8878  |
| 4   | 0.68 | 5.6301  | 5.6301  | 1.4894  | 1.5539  | 4.7862  | 4.9992  |
| 5   | 0.90 | 7.7591  | 7.7591  | 2.9082  | 3.0315  | 7.2125  | 7.5249  |
| 6   | 1.13 | 10.0143 | 10.0143 | 4.9306  | 5.1364  | 9.9039  | 10.3253 |
| 7   | 1.35 | 12.3956 | 12.3956 | 7.6012  | 7.9145  | 12.7276 | 13.2635 |
| 8   | 1.57 | 14.9030 | 14.9030 | 10.9454 | 11.3927 | 15.6439 | 16.6919 |
| 9   | 1.80 | 17.5366 | 17.5366 | 14.9846 | 15.5929 | 18.6486 | 20.4574 |
| 10  | 2.02 | 20.2963 | 20.2963 | 19.7445 | 20.8248 | 21.7952 | 24.5053 |
| 11  | 2.25 | 23.1822 | 23.1822 | 25.2683 | 27.0651 | 25.1636 | 28.8271 |

|    |      |         |         |          |          |         |         |
|----|------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|
| 12 | 2.48 | 26.1942 | 26.1942 | 31.6105  | 34.3414  | 28.7733 | 33.4164 |
| 13 | 2.70 | 29.3323 | 29.3323 | 38.8268  | 42.7146  | 32.6245 | 38.2684 |
| 14 | 2.93 | 32.5966 | 32.5966 | 46.9730  | 52.2449  | 36.7173 | 43.3793 |
| 15 | 3.15 | 35.9870 | 35.9870 | 56.1048  | 62.9916  | 41.0516 | 48.7460 |
| 16 | 3.38 | 39.5036 | 39.5036 | 66.2781  | 75.0134  | 45.6275 | 54.3663 |
| 17 | 3.60 | 43.1463 | 43.1463 | 77.5486  | 88.3686  | 50.4449 | 60.2382 |
| 18 | 3.83 | 46.9152 | 46.9152 | 89.9721  | 103.1150 | 55.5038 | 66.3602 |
| 19 | 4.05 | 50.8102 | 50.8102 | 103.6044 | 119.3102 | 60.8043 | 72.7310 |
| 20 | 4.28 | 54.8313 | 54.8313 | 118.5012 | 137.0116 | 66.3464 | 79.3497 |
| 21 | 4.50 | 58.9786 | 58.9786 | 134.7160 | 156.2737 | 72.0913 | 86.1760 |

### ***Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle***

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

| <b>Nr.</b> | <b>X</b> | <b>Mmin</b> | <b>Mmax</b> | <b>Tmin</b> | <b>Tmax</b> |
|------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1          | 0.00     | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      |
| 2          | 0.07     | 0.1590      | 0.2406      | 4.2560      | 6.4391      |
| 3          | 0.15     | 0.6409      | 0.9695      | 8.6119      | 13.0245     |
| 4          | 0.23     | 1.4533      | 2.1979      | 13.0677     | 19.7560     |
| 5          | 0.30     | 2.6036      | 3.9366      | 17.6234     | 26.6337     |
| 6          | 0.38     | 4.0993      | 6.1966      | 22.2791     | 33.6577     |
| 7          | 0.45     | 5.9479      | 8.9889      | 27.0346     | 40.8278     |
| 8          | 0.53     | 8.1570      | 12.3244     | 31.8900     | 48.1442     |
| 9          | 0.60     | 10.7339     | 16.2142     | 36.8454     | 55.6067     |
| 10         | 0.68     | 13.6863     | 20.6691     | 41.9006     | 63.2155     |
| 11         | 0.75     | 17.0215     | 25.7001     | 47.0557     | 70.9704     |

#### Inviluppo combinazioni SLE

| <b>Nr.</b> | <b>X</b> | <b>Mmin</b> | <b>Mmax</b> | <b>Tmin</b> | <b>Tmax</b> |
|------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1          | 0.00     | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      |
| 2          | 0.07     | 0.1395      | 0.1790      | 3.7403      | 4.7915      |
| 3          | 0.15     | 0.5640      | 0.7215      | 7.5969      | 9.6959      |
| 4          | 0.23     | 1.2820      | 1.6362      | 11.5697     | 14.7133     |
| 5          | 0.30     | 2.3023      | 2.9314      | 15.6588     | 19.8437     |
| 6          | 0.38     | 3.6337      | 4.6156      | 19.8642     | 25.0870     |
| 7          | 0.45     | 5.2849      | 6.6972      | 24.1859     | 30.4433     |
| 8          | 0.53     | 7.2645      | 9.1849      | 28.6238     | 35.9126     |
| 9          | 0.60     | 9.5813      | 12.0870     | 33.1780     | 41.4949     |
| 10         | 0.68     | 12.2441     | 15.4119     | 37.8485     | 47.1901     |
| 11         | 0.75     | 15.2615     | 19.1683     | 42.6352     | 52.9983     |

### ***Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte***

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

| Nr. | X    | Mmin     | Mmax     | Tmin    | Tmax    |
|-----|------|----------|----------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000   | 0.0000   | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.39 | -0.4839  | 1.9553   | -2.8433 | 9.3459  |
| 3   | 0.78 | -2.4997  | 6.7585   | -7.8555 | 14.6047 |
| 4   | 1.17 | -6.0764  | 13.8774  | -7.6116 | 25.4289 |
| 5   | 1.56 | -8.2310  | 26.6957  | -3.7992 | 39.6248 |
| 6   | 1.95 | -9.3218  | 44.2534  | -2.1557 | 49.7335 |
| 7   | 2.34 | -10.1945 | 64.9565  | -2.6812 | 55.7551 |
| 8   | 2.73 | -11.4714 | 87.2163  | -1.9038 | 57.8089 |
| 9   | 3.12 | -10.8997 | 109.7539 | 4.7490  | 57.4453 |
| 10  | 3.51 | -7.8345  | 131.7714 | 10.8842 | 55.1414 |
| 11  | 3.90 | -2.4774  | 152.5119 | 16.5018 | 50.8971 |

Inviluppo combinazioni SLE

| Nr. | X    | Mmin    | Mmax     | Tmin    | Tmax    |
|-----|------|---------|----------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.39 | 0.8155  | 1.5041   | 3.6731  | 7.1892  |
| 3   | 0.78 | 2.4679  | 5.1988   | 4.2915  | 11.2344 |
| 4   | 1.17 | 4.5825  | 10.6749  | 9.2802  | 19.5607 |
| 5   | 1.56 | 9.7970  | 20.5352  | 16.9516 | 30.4806 |
| 6   | 1.95 | 17.4077 | 34.0411  | 21.5683 | 38.2565 |
| 7   | 2.34 | 26.2232 | 49.9666  | 23.1304 | 42.8886 |
| 8   | 2.73 | 35.2252 | 67.0894  | 24.3294 | 44.4684 |
| 9   | 3.12 | 45.6619 | 84.4261  | 28.9581 | 44.1887 |
| 10  | 3.51 | 57.6301 | 101.3626 | 32.1835 | 42.4164 |
| 11  | 3.90 | 70.5826 | 117.3169 | 32.5210 | 39.1516 |

**8.3.8. Verifiche elementi strutturali**

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

*Impostazioni verifiche SLU*

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione     | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                     | 1.15 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica   | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo     | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza per la sezione              | 1.00 |

*Impostazioni verifiche SLE*

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| Condizioni ambientali | Ordinarie |
|-----------------------|-----------|

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

|  |              |
|--|--------------|
| Sensibilità delle armature                 | Sensibile    |
| Valori limite delle aperture delle fessure | $w_1 = 0.20$ |
|  | $w_2 = 0.30$ |
|  | $w_3 = 0.40$ |
| Metodo di calcolo aperture delle fessure   | E.C. 2       |

Verifica delle tensioni

|                        |  |
|------------------------|--|
| Combinazione di carico | Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$ |
|                        | Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$                |

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

**Impostazioni avanzate**

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

**Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                                     |
| $A_{fs}$        | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]             |
| $A_{fi}$        | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]             |
| $\sigma_c$      | tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]                 |
| $\tau_c$        | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]     |
| $\sigma_{fs}$   | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mm <sup>2</sup> ] |
| $\sigma_{fi}$   | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mm <sup>2</sup> ] |
| $N_u$           | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                                     |
| $M_u$           | momento ultimo espresso in [kNm]   |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione   |
| V <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls                                       |
| V <sub>wd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura                                 |

Inviluppo SLU

| Nr. | Y    | B, H    | $A_{fs}$ | $A_{fi}$ | $N_u$   | $M_u$   | CS      | $V_{Rd}$ | $V_{Rcd}$ | $V_{Rsd}$ |
|-----|------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 10.05    | 8.04     | 0.00    | 0.00    | 1000.00 | 132.10   | --        | --        |
| 2   | 0.23 | 100, 32 | 10.05    | 8.04     | 2024.78 | -252.70 | 1156.64 | 137.20   | --        | --        |
| 3   | 0.45 | 100, 35 | 24.13    | 8.04     | 1328.20 | -383.69 | 366.17  | 190.16   | --        | --        |
| 4   | 0.68 | 100, 37 | 24.13    | 8.04     | 877.32  | -386.23 | 155.82  | 196.54   | --        | --        |
| 5   | 0.90 | 100, 39 | 24.13    | 8.04     | 657.21  | -389.92 | 84.70   | 202.76   | --        | --        |
| 6   | 1.13 | 100, 41 | 24.13    | 8.04     | 536.78  | -400.62 | 53.60   | 208.85   | --        | --        |
| 7   | 1.35 | 100, 44 | 24.13    | 8.04     | 450.17  | -413.97 | 36.32   | 214.82   | --        | --        |
| 8   | 1.57 | 100, 46 | 24.13    | 8.04     | 391.15  | -429.99 | 26.25   | 220.68   | --        | --        |
| 9   | 1.80 | 100, 48 | 24.13    | 8.04     | 348.82  | -447.66 | 19.89   | 226.44   | --        | --        |
| 10  | 2.02 | 100, 50 | 24.13    | 8.04     | 317.10  | -466.38 | 15.62   | 232.11   | --        | --        |
| 11  | 2.25 | 100, 53 | 24.13    | 12.06    | 294.29  | -488.77 | 12.69   | 237.69   | --        | --        |
| 12  | 2.48 | 100, 55 | 24.13    | 12.06    | 274.43  | -508.51 | 10.48   | 243.20   | --        | --        |
| 13  | 2.70 | 100, 57 | 24.13    | 12.06    | 258.29  | -528.66 | 8.81    | 248.64   | --        | --        |

|    |      |        |       |       |        |         |      |        |    |    |
|----|------|--------|-------|-------|--------|---------|------|--------|----|----|
| 14 | 2.93 | 100,59 | 24.13 | 12.06 | 244.96 | -549.13 | 7.51 | 254.01 | -- | -- |
| 15 | 3.15 | 100,62 | 24.13 | 12.06 | 233.76 | -569.84 | 6.50 | 259.32 | -- | -- |
| 16 | 3.38 | 100,64 | 24.13 | 12.06 | 224.24 | -590.74 | 5.68 | 264.58 | -- | -- |
| 17 | 3.60 | 100,66 | 24.13 | 12.06 | 216.06 | -611.80 | 5.01 | 269.79 | -- | -- |
| 18 | 3.83 | 100,68 | 24.13 | 12.06 | 208.96 | -632.98 | 4.45 | 274.95 | -- | -- |
| 19 | 4.05 | 100,71 | 24.13 | 12.06 | 202.75 | -654.27 | 3.99 | 280.06 | -- | -- |
| 20 | 4.28 | 100,73 | 24.13 | 12.06 | 197.27 | -675.65 | 3.60 | 285.14 | -- | -- |
| 21 | 4.50 | 100,75 | 24.13 | 12.06 | 192.40 | -697.10 | 3.26 | 290.17 | -- | -- |

**Inviluppo SLE**

| Nr. | Y    | B, H   | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|--------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100,30 | 10.05           | 8.04            | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.23 | 100,32 | 10.05           | 8.04            | 13             | 5              | 15              | -159            |
| 3   | 0.45 | 100,35 | 24.13           | 8.04            | 43             | 11             | 378             | -510            |
| 4   | 0.68 | 100,37 | 24.13           | 8.04            | 92             | 18             | 1264            | -1054           |
| 5   | 0.90 | 100,39 | 24.13           | 8.04            | 157            | 25             | 2693            | -1779           |
| 6   | 1.13 | 100,41 | 24.13           | 8.04            | 237            | 33             | 4655            | -2671           |
| 7   | 1.35 | 100,44 | 24.13           | 8.04            | 328            | 40             | 7103            | -3707           |
| 8   | 1.57 | 100,46 | 24.13           | 8.04            | 429            | 47             | 9980            | -4859           |
| 9   | 1.80 | 100,48 | 24.13           | 8.04            | 536            | 55             | 13235           | -6105           |
| 10  | 2.02 | 100,50 | 24.13           | 8.04            | 657            | 62             | 17113           | -7524           |
| 11  | 2.25 | 100,53 | 24.13           | 12.06           | 761            | 70             | 21378           | -8712           |
| 12  | 2.48 | 100,55 | 24.13           | 12.06           | 895            | 77             | 26200           | -10305          |
| 13  | 2.70 | 100,57 | 24.13           | 12.06           | 1036           | 85             | 31465           | -11994          |
| 14  | 2.93 | 100,59 | 24.13           | 12.06           | 1183           | 92             | 37164           | -13773          |
| 15  | 3.15 | 100,62 | 24.13           | 12.06           | 1336           | 100            | 43287           | -15636          |
| 16  | 3.38 | 100,64 | 24.13           | 12.06           | 1494           | 107            | 49826           | -17578          |
| 17  | 3.60 | 100,66 | 24.13           | 12.06           | 1657           | 114            | 56772           | -19595          |
| 18  | 3.83 | 100,68 | 24.13           | 12.06           | 1825           | 122            | 64119           | -21683          |
| 19  | 4.05 | 100,71 | 24.13           | 12.06           | 1997           | 129            | 71860           | -23837          |
| 20  | 4.28 | 100,73 | 24.13           | 12.06           | 2174           | 136            | 79990           | -26056          |
| 21  | 4.50 | 100,75 | 24.13           | 12.06           | 2354           | 143            | 88503           | -28335          |

**Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione**

Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]   |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]  |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                               |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                               |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mm <sup>2</sup> ] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mm <sup>2</sup> ] |
| N <sub>u</sub>  | sfuerzo normale ultimo espresso in [kN]   |
| M <sub>u</sub>  | momento ultimo espresso in [kNm]  |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione  |
| V <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls  |
| V <sub>wd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura  |

**Fondazione di valle**

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

**Inviluppo SLU**

| Nr. | Y | B, H | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|

|    |      |        |       |       |      |        |         |        |    |    |
|----|------|--------|-------|-------|------|--------|---------|--------|----|----|
| 1  | 0.00 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 0.00 | 0.00   | 1000.00 | 282.78 | -- | -- |
| 2  | 0.07 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 0.00 | 552.31 | 2296.01 | 282.78 | -- | -- |
| 3  | 0.15 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 0.00 | 552.31 | 569.68  | 282.78 | -- | -- |
| 4  | 0.23 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 0.00 | 552.31 | 251.29  | 282.78 | -- | -- |
| 5  | 0.30 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 0.00 | 552.31 | 140.30  | 282.78 | -- | -- |
| 6  | 0.38 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 0.00 | 552.31 | 89.13   | 282.78 | -- | -- |
| 7  | 0.45 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 0.00 | 552.31 | 61.44   | 282.78 | -- | -- |
| 8  | 0.53 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 0.00 | 552.31 | 44.81   | 282.78 | -- | -- |
| 9  | 0.60 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 0.00 | 552.31 | 34.06   | 282.78 | -- | -- |
| 10 | 0.68 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 0.00 | 552.31 | 26.72   | 282.78 | -- | -- |
| 11 | 0.75 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 0.00 | 552.31 | 21.49   | 282.78 | -- | -- |

Inviluppo SLE

| Nr. | X    | B, H   | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|--------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 12  | 0.00 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 13  | 0.07 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 2              | 7              | 131             | -26             |
| 14  | 0.15 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 9              | 14             | 526             | -104            |
| 15  | 0.23 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 21             | 21             | 1194            | -236            |
| 16  | 0.30 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 37             | 29             | 2139            | -424            |
| 17  | 0.38 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 58             | 36             | 3368            | -667            |
| 18  | 0.45 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 85             | 44             | 4887            | -968            |
| 19  | 0.53 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 116            | 52             | 6702            | -1327           |
| 20  | 0.60 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 153            | 60             | 8819            | -1747           |
| 21  | 0.68 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 195            | 69             | 11246           | -2227           |
| 22  | 0.75 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 243            | 77             | 13986           | -2770           |

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

| Nr. | Y    | B, H   | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|--------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100,85 | 34.18           | 18.10           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 282.78          | --               | --               |
| 2   | 0.39 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 0.00           | 552.31         | 282.47  | 282.78          | --               | --               |
| 3   | 0.78 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 0.00           | 552.31         | 81.72   | 282.78          | --               | --               |
| 4   | 1.17 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 0.00           | 552.31         | 39.80   | 282.78          | --               | --               |
| 5   | 1.56 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 0.00           | 552.31         | 20.69   | 282.78          | --               | --               |
| 6   | 1.95 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 0.00           | 552.31         | 12.48   | 282.78          | --               | --               |
| 7   | 2.34 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 0.00           | 552.31         | 8.50    | 282.78          | --               | --               |
| 8   | 2.73 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 0.00           | 552.31         | 6.33    | 282.78          | --               | --               |
| 9   | 3.12 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 0.00           | 552.31         | 5.03    | 282.78          | --               | --               |
| 10  | 3.51 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 0.00           | 552.31         | 4.19    | 282.78          | --               | --               |
| 11  | 3.90 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 0.00           | 552.31         | 3.62    | 282.78          | --               | --               |

Inviluppo SLE

| Nr. | X    | B, H   | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|--------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 12  | 0.00 | 100,85 | 34.18           | 18.10           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 13  | 0.39 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 19             | 10             | 1097            | -217            |
| 14  | 0.78 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 66             | 16             | 3793            | -751            |
| 15  | 1.17 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 135            | 28             | 7789            | -1542           |
| 16  | 1.56 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 260            | 44             | 14984           | -2967           |
| 17  | 1.95 | 100,85 | 18.10           | 18.10           | 431            | 56             | 24839           | -4919           |

|    |      |        |       |       |      |    |       |        |
|----|------|--------|-------|-------|------|----|-------|--------|
| 18 | 2.34 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 633  | 62 | 36459 | -7220  |
| 19 | 2.73 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 849  | 65 | 48953 | -9694  |
| 20 | 3.12 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 1069 | 64 | 61603 | -12199 |
| 21 | 3.51 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 1283 | 62 | 73961 | -14646 |
| 22 | 3.90 | 100,85 | 18.10 | 18.10 | 1485 | 57 | 85602 | -16952 |

### **Verifiche a fessurazione**

#### **Combinazione n° 17**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

S<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### **Verifica fessurazione paramento**

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M       | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.05           | 8.04            | -26.07          | 0.00    | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.23 | 10.05           | 8.04            | -30.04          | -0.13   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.45 | 24.13           | 8.04            | -38.24          | -0.60   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.68 | 24.13           | 8.04            | -43.12          | -1.49   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.90 | 24.13           | 8.04            | -48.27          | -2.91   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 1.13 | 24.13           | 8.04            | -53.69          | -4.93   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 1.35 | 24.13           | 8.04            | -59.37          | -7.60   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | 1.57 | 24.13           | 8.04            | -65.32          | -10.95  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | 1.80 | 24.13           | 8.04            | -71.53          | -14.98  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | 2.02 | 24.13           | 8.04            | -78.01          | -19.74  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | 2.25 | 24.13           | 12.06           | -85.19          | -25.27  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 2.48 | 24.13           | 12.06           | -92.22          | -31.61  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 2.70 | 24.13           | 12.06           | -99.52          | -38.83  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 2.93 | 24.13           | 12.06           | -107.09         | -46.97  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 3.15 | 24.13           | 12.06           | -114.92         | -56.10  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 3.38 | 24.13           | 12.06           | -123.01         | -66.28  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 3.60 | 24.13           | 12.06           | -131.37         | -77.55  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 3.83 | 24.13           | 12.06           | -140.00         | -89.97  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 4.05 | 24.13           | 12.06           | -148.88         | -103.60 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 4.28 | 24.13           | 12.06           | -158.04         | -118.50 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 4.50 | 24.13           | 12.06           | -167.45         | -134.72 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

#### **Verifica fessurazione fondazione**

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M    | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.05 | 18.10           | 18.10           | -208.35         | 0.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -0.98 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 0.14 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -0.90 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 0.56 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -0.82 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 1.28 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -0.75 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 2.30 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.68 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 3.63 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.60 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 5.28 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.52 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 7.26 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

|    |       |       |       |         |        |        |      |       |
|----|-------|-------|-------|---------|--------|--------|------|-------|
| 9  | -0.45 | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 9.58   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | -0.37 | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 12.24  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | -0.30 | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 15.26  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 0.45  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 117.32 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 0.84  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 101.36 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 1.23  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 84.43  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 1.62  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 67.09  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 2.01  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 49.97  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 2.40  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 34.04  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 2.79  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 20.54  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 3.18  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 10.67  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 3.57  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 5.20   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 3.96  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 1.50   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 22 | 4.35  | 34.18 | 18.10 | -222.79 | 0.00   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

### Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|              |  |
|--------------|--|
| $A_{fs}$     | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| $A_{fi}$     | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| $M_{pf}$     | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M            | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| $\epsilon_m$ | deformazione media espressa in [%]                             |
| $S_m$        | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w            | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | $A_{fs}$ | $A_{fi}$ | $M_{pf}$ | M       | $\epsilon_m$ | $S_m$ | w     |
|----|------|----------|----------|----------|---------|--------------|-------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.05    | 8.04     | -26.07   | 0.00    | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 2  | 0.23 | 10.05    | 8.04     | -30.04   | -0.13   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 3  | 0.45 | 24.13    | 8.04     | -38.24   | -0.60   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 4  | 0.68 | 24.13    | 8.04     | -43.12   | -1.49   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 5  | 0.90 | 24.13    | 8.04     | -48.27   | -2.91   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 6  | 1.13 | 24.13    | 8.04     | -53.69   | -4.93   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 7  | 1.35 | 24.13    | 8.04     | -59.37   | -7.60   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 8  | 1.57 | 24.13    | 8.04     | -65.32   | -10.96  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 9  | 1.80 | 24.13    | 8.04     | -71.53   | -15.06  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 10 | 2.02 | 24.13    | 8.04     | -78.01   | -19.95  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 11 | 2.25 | 24.13    | 12.06    | -85.19   | -25.69  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 12 | 2.48 | 24.13    | 12.06    | -92.22   | -32.34  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 13 | 2.70 | 24.13    | 12.06    | -99.52   | -39.97  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 14 | 2.93 | 24.13    | 12.06    | -107.09  | -48.61  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 15 | 3.15 | 24.13    | 12.06    | -114.92  | -58.34  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 16 | 3.38 | 24.13    | 12.06    | -123.01  | -69.21  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 17 | 3.60 | 24.13    | 12.06    | -131.37  | -81.28  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 18 | 3.83 | 24.13    | 12.06    | -140.00  | -94.59  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 19 | 4.05 | 24.13    | 12.06    | -148.88  | -109.21 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 20 | 4.28 | 24.13    | 12.06    | -158.04  | -125.20 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 21 | 4.50 | 24.13    | 12.06    | -167.45  | -142.60 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |

### Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | $A_{fs}$ | $A_{fi}$ | $M_{pf}$ | M    | $\epsilon_m$ | $S_m$ | w     |
|----|-------|----------|----------|----------|------|--------------|-------|-------|
| 1  | -1.05 | 18.10    | 18.10    | -208.35  | 0.00 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 2  | -0.98 | 18.10    | 18.10    | 208.35   | 0.16 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |



|    |       |       |       |         |       |        |      |       |
|----|-------|-------|-------|---------|-------|--------|------|-------|
| 3  | -0.90 | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 0.63  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 4  | -0.82 | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 1.42  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 5  | -0.75 | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 2.55  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 6  | -0.68 | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 4.03  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 7  | -0.60 | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 5.85  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 8  | -0.52 | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 8.03  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | -0.45 | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 10.58 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | -0.37 | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 13.51 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | -0.30 | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 16.82 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 0.45  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 98.62 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 0.84  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 83.87 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 1.23  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 68.92 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 1.62  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 54.34 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 2.01  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 40.47 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 2.40  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 27.39 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 2.79  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 16.24 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 3.18  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 8.24  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 3.57  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 4.11  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 3.96  | 18.10 | 18.10 | 208.35  | 1.23  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 22 | 4.35  | 34.18 | 18.10 | -222.79 | 0.00  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

### Combinazione n° 19

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

$M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

$M$  Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

$s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

$w$  Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | $A_{fs}$ | $A_{fi}$ | $M_{pf}$ | M       | $\epsilon_m$ | $s_m$ | w     |
|----|------|----------|----------|----------|---------|--------------|-------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.05    | 8.04     | -26.07   | 0.00    | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 2  | 0.23 | 10.05    | 8.04     | -30.04   | -0.13   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 3  | 0.45 | 24.13    | 8.04     | -38.24   | -0.60   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 4  | 0.68 | 24.13    | 8.04     | -43.12   | -1.49   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 5  | 0.90 | 24.13    | 8.04     | -48.27   | -2.91   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 6  | 1.13 | 24.13    | 8.04     | -53.69   | -4.95   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 7  | 1.35 | 24.13    | 8.04     | -59.37   | -7.69   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 8  | 1.57 | 24.13    | 8.04     | -65.32   | -11.20  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 9  | 1.80 | 24.13    | 8.04     | -71.53   | -15.56  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 10 | 2.02 | 24.13    | 8.04     | -78.01   | -20.82  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 11 | 2.25 | 24.13    | 12.06    | -85.19   | -27.07  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 12 | 2.48 | 24.13    | 12.06    | -92.22   | -34.34  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 13 | 2.70 | 24.13    | 12.06    | -99.52   | -42.71  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 14 | 2.93 | 24.13    | 12.06    | -107.09  | -52.24  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 15 | 3.15 | 24.13    | 12.06    | -114.92  | -62.99  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 16 | 3.38 | 24.13    | 12.06    | -123.01  | -75.01  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 17 | 3.60 | 24.13    | 12.06    | -131.37  | -88.37  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 18 | 3.83 | 24.13    | 12.06    | -140.00  | -103.12 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 19 | 4.05 | 24.13    | 12.06    | -148.88  | -119.31 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 20 | 4.28 | 24.13    | 12.06    | -158.04  | -137.01 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 21 | 4.50 | 24.13    | 12.06    | -167.45  | -156.27 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.05 | 18.10           | 18.10           | -208.35         | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -0.98 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 0.18  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -0.90 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 0.72  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -0.82 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 1.64  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -0.75 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 2.93  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.68 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 4.62  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.60 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 6.70  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.52 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 9.18  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.45 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 12.09 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.37 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 15.41 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.30 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 19.17 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.45  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 70.58 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.84  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 57.63 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 1.23  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 45.66 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 1.62  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 35.23 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 2.01  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 26.22 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 2.40  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 17.41 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 2.79  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 9.80  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 3.18  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 4.58  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 3.57  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 2.47  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 3.96  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 0.82  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 4.35  | 34.18           | 18.10           | -222.79         | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

Combinazione n° 20

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| S <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M      | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.05           | 8.04            | -26.07          | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.23 | 10.05           | 8.04            | -30.04          | -0.14  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.45 | 24.13           | 8.04            | -38.24          | -0.62  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.68 | 24.13           | 8.04            | -43.12          | -1.55  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.90 | 24.13           | 8.04            | -48.27          | -3.03  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 1.13 | 24.13           | 8.04            | -53.69          | -5.14  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 1.35 | 24.13           | 8.04            | -59.37          | -7.91  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | 1.57 | 24.13           | 8.04            | -65.32          | -11.39 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | 1.80 | 24.13           | 8.04            | -71.53          | -15.59 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | 2.02 | 24.13           | 8.04            | -78.01          | -20.54 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | 2.25 | 24.13           | 12.06           | -85.19          | -26.29 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 2.48 | 24.13           | 12.06           | -92.22          | -32.88 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 2.70 | 24.13           | 12.06           | -99.52          | -40.38 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 2.93 | 24.13           | 12.06           | -107.09         | -48.85 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 3.15 | 24.13           | 12.06           | -114.92         | -58.34 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

|    |      |       |       |         |         |        |      |       |
|----|------|-------|-------|---------|---------|--------|------|-------|
| 16 | 3.38 | 24.13 | 12.06 | -123.01 | -68.91  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 3.60 | 24.13 | 12.06 | -131.37 | -80.62  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 3.83 | 24.13 | 12.06 | -140.00 | -93.53  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 4.05 | 24.13 | 12.06 | -148.88 | -107.69 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 4.28 | 24.13 | 12.06 | -158.04 | -123.16 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 4.50 | 24.13 | 12.06 | -167.45 | -140.01 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

### Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M      | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.05 | 18.10           | 18.10           | -208.35         | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -0.98 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 0.15   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -0.90 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 0.62   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -0.82 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 1.40   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -0.75 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 2.51   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.68 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 3.95   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.60 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 5.74   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.52 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 7.88   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.45 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 10.38  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.37 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 13.25  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.30 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 16.49  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.45  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 110.38 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.84  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 94.64  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 1.23  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 78.25  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 1.62  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 61.69  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 2.01  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 45.51  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 2.40  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 30.61  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 2.79  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 18.12  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 3.18  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 9.20   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 3.57  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 4.49   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 3.96  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 1.31   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 4.35  | 34.18           | 18.10           | -222.79         | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

### Combinazione n° 21

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| s <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M      | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.05           | 8.04            | -26.07          | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.23 | 10.05           | 8.04            | -30.04          | -0.14  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.45 | 24.13           | 8.04            | -38.24          | -0.62  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.68 | 24.13           | 8.04            | -43.12          | -1.54  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.90 | 24.13           | 8.04            | -48.27          | -3.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 1.13 | 24.13           | 8.04            | -53.69          | -5.08  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 1.35 | 24.13           | 8.04            | -59.37          | -7.83  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | 1.57 | 24.13           | 8.04            | -65.32          | -11.27 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

|    |      |       |       |         |         |        |      |       |
|----|------|-------|-------|---------|---------|--------|------|-------|
| 9  | 1.80 | 24.13 | 8.04  | -71.53  | -15.42  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 2.02 | 24.13 | 8.04  | -78.01  | -20.32  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 2.25 | 24.13 | 12.06 | -85.19  | -26.00  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 2.48 | 24.13 | 12.06 | -92.22  | -32.52  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 2.70 | 24.13 | 12.06 | -99.52  | -39.94  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 2.93 | 24.13 | 12.06 | -107.09 | -48.32  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 3.15 | 24.13 | 12.06 | -114.92 | -57.70  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 3.38 | 24.13 | 12.06 | -123.01 | -68.16  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 3.60 | 24.13 | 12.06 | -131.37 | -79.74  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 3.83 | 24.13 | 12.06 | -140.00 | -92.51  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 4.05 | 24.13 | 12.06 | -148.88 | -106.51 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 4.28 | 24.13 | 12.06 | -158.04 | -121.82 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 4.50 | 24.13 | 12.06 | -167.45 | -138.48 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

#### Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.05 | 18.10           | 18.10           | -208.35         | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -0.98 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 0.15  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -0.90 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 0.61  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -0.82 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 1.38  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -0.75 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 2.47  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.68 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 3.89  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.60 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 5.65  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.52 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 7.76  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.45 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 10.22 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.37 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 13.05 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.30 | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 16.24 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.45  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 96.39 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.84  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 83.11 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 1.23  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 68.98 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 1.62  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 54.48 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 2.01  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 40.13 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 2.40  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 26.81 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 2.79  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 15.65 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 3.18  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 7.78  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 3.57  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 3.85  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 3.96  | 18.10           | 18.10           | 208.35          | 1.15  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 4.35  | 34.18           | 18.10           | -222.79         | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

## 8.4. Muro di risvolto H<sub>P</sub> 7.50

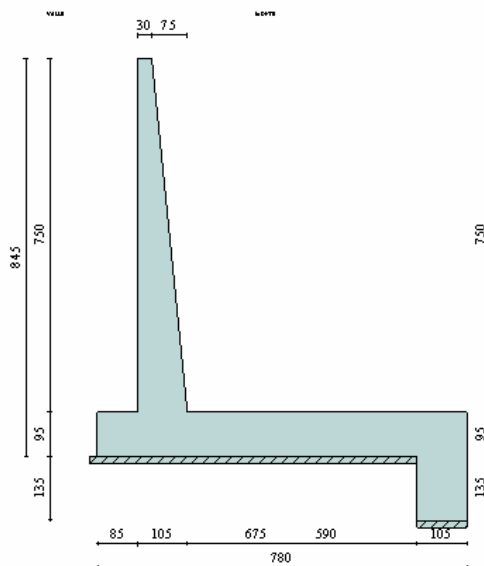
### 8.4.1. Geometria muro e fondazione

| Descrizione           | Muro a mensola in c.a. |
|-----------------------|------------------------|
| Altezza del paramento | 7.50 [m]               |
| Spessore in sommità   | 0.30 [m]               |

|  |          |
|--|----------|
| Spessore all'attacco con la fondazione | 1.05 [m] |
| Inclinazione paramento esterno         | 0.00 [°] |
| Inclinazione paramento interno         | 5.71 [°] |
| Lunghezza del muro                     | 5.00 [m] |

#### Fondazione

|   |          |
|---|----------|
| Lunghezza mensola fondazione di valle       | 0.85 [m] |
| Lunghezza mensola fondazione di monte       | 5.90 [m] |
| Lunghezza totale fondazione                 | 7.80 [m] |
| Inclinazione piano di posa della fondazione | 0.00 [°] |
| Spessore fondazione                         | 0.95 [m] |
| Spessore magrone                            | 0.15 [m] |
| Altezza dello sperone di fondazione         | 1.35 [m] |
| Spessore dello sperone di fondazione        | 1.05 [m] |



### **8.4.2. Caratteristiche terreni**

#### Geometria profilo terreno a monte del muro

*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

| N | X     | Y    | A     |
|---|-------|------|-------|
| 1 | 1.75  | 1.00 | 29.74 |
| 2 | 20.00 | 1.00 | 0.00  |

### Terreno a valle del muro

|   |       |     |
|---|-------|-----|
| Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale                | 0.00  | [°] |
| Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento              | 1,50  | [m] |
| Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione | -0.15 | [m] |

### Descrizione terreni

#### *Simbologia adottata*

|             |   |
|-------------|---|
| Nr.         | Indice del terreno                                    |
| Descrizione | Descrizione terreno                                   |
| $\gamma$    | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]        |
| $\gamma_s$  | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| $\phi$      | Angolo d'attrito interno espresso in [°]              |
| $\delta$    | Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]           |
| c           | Coesione espressa in [N/mmq]                          |
| $c_a$       | Adesione terra-muro espressa in [N/mmq]               |

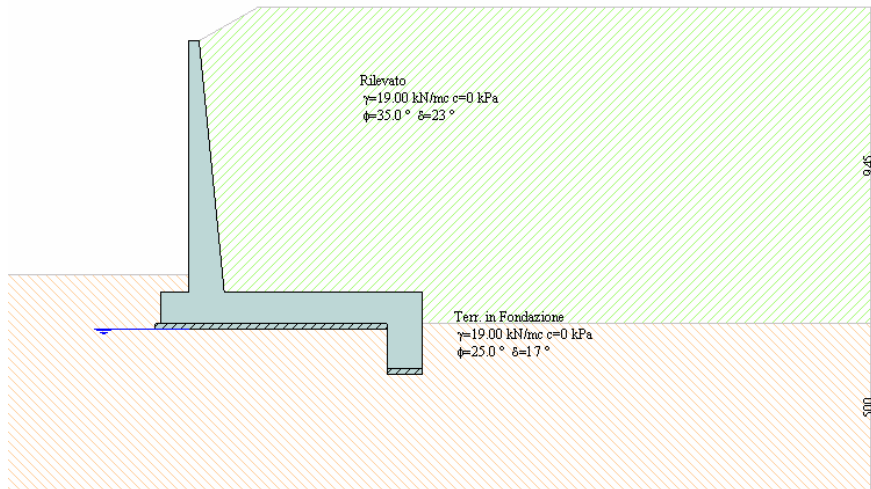
| Descrizione         | $\gamma$ | $\gamma_s$ | $\phi$ | $\delta$ | c   | $c_a$ |
|---------------------|----------|------------|--------|----------|-----|-------|
| Rilevato            | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |
| Terr. in Fondazione | 19.00    | 19.00      | 25.00  | 16.67    | 0.0 | 0.0   |

### Stratigrafia

#### *Simbologia adottata*

|         |  |
|---------|--|
| N       | Indice dello strato  |
| H       | Spessore dello strato espresso in [m]                              |
| a       | Inclinazione espressa in [°]                                       |
| Kw      | Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm |
| Ks      | Coefficiente di spinta   |
| Terreno | Terreno dello strato   |

| Nr. | H    | a    | Kw   | Ks   | Terreno             |
|-----|------|------|------|------|---------------------|
| 1   | 8.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | Rilevato            |
| 2   | 5.00 | 0.00 | 2.96 | 0.00 | Terr. in Fondazione |



### 8.4.3. Condizioni di carico

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

|       |  |
|-------|--|
| $X$   | Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m] |
| $F_x$ | Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]           |
| $F_y$ | Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]             |
| $M$   | Momento espresso in [kNm]  |
| $X_i$ | Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]          |
| $X_f$ | Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]            |
| $Q_i$ | Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]                      |
| $Q_f$ | Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]                      |
| $D/C$ | Tipo carico : D=distribuito C=concentrato                                |

#### Condizione n° 1 (mobile)

|   |         |            |             |               |               |
|---|---------|------------|-------------|---------------|---------------|
| D | Profilo | $X_i=1.75$ | $X_f=20,00$ | $Q_i=20,0000$ | $Q_f=20,0000$ |
|---|---------|------------|-------------|---------------|---------------|

### 8.4.4. Impostazioni analisi

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

#### Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Meyerhof

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

#### Sisma

#### **Combinazioni SLU**

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g$                               | 0.78 [m/s <sup>2</sup> ]          |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)  | 1.50                              |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)            | 1.00                              |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                       | 0.18                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale           | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)   | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 2.13$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)     | $k_v=0.50 * k_h = 1.07$           |
| <b>Combinazioni SLE</b>                                    |                                   |
| Accelerazione al suolo $a_g$                               | 0.43 [m/s <sup>2</sup> ]          |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)  | 1.50                              |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)            | 1.00                              |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                       | 0.18                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale           | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)   | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.19$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)     | $k_v=0.50 * k_h = 0.59$           |
| Forma diagramma incremento sismico                         | Stessa forma diagramma statico    |
| Partecipazione spinta passiva (percento)                   | 0.0                               |
| Lunghezza del muro   | 5.00 [m]                          |
| Peso muro  | 347.2500 [kN]                     |
| Baricentro del muro  | X=2.12 Y=-6.81                    |
| <b>Superficie di spinta</b>                                |                                   |
| Punto inferiore superficie di spinta                       | X = 6.65      Y = -9.80           |
| Punto superiore superficie di spinta                       | X = 6.65      Y = 1.00            |
| Altezza della superficie di spinta                         | 10.80 [m]                         |
| Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) | 0.00 [°]                          |

#### **8.4.5. Analisi delle spinte**

##### COMBINAZIONE n° 1

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**



|  |           |      |           |     |
|--|-----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 390.4253  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 363.0378  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 143.6506  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.52 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 21.59     | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01     | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65  | [m]  | Y = -9.80 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 1003.9125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53  | [m]  | Y = -3.22 | [m] |

#### Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 363.0378  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 1494.8131 | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -479.5160 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1494.8131 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 363.0378  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.29     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1538.2661 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 13.65     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -427.5110 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 3077.1651 | [kN]  |

#### Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 7.80   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 149.48 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 233.80 | [kPa] |

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.88$  | $i_q = 0.88$  | $i_\gamma = 0.61$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.06$  | $d_q = 1.03$  | $d_\gamma = 1.03$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 19.35$$

$$N'_q = 9.68$$

$$N'_\gamma = 4.26$$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.52 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.06 |

### COMBINAZIONE n° 2

|  |           |      |           |     |
|--|-----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 370.9825  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 353.5596  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 112.3551  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.47 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 17.63     | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33     | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65  | [m]  | Y = -9.80 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 1003.9125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53  | [m]  | Y = -3.22 | [m] |

### Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 353.5596  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 1463.5176 | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -398.7481 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1463.5176 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 353.5596  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.21     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1505.6188 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 13.58     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -305.9754 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1719.3944 | [kN]  |

### Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 7.80   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 157.46 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 217.81 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.89$  | $i_q = 0.89$  | $i_\gamma = 0.55$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.05$  | $d_q = 1.03$  | $d_\gamma = 1.03$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |               |                    |
|----------------|---------------|--------------------|
| $N'_c = 19.35$ | $N'_q = 9.68$ | $N'_\gamma = 4.26$ |
|----------------|---------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.28 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 1.17 |

**COMBINAZIONE n° 3**

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 408.0808 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 388.9155 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 123.5906 | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65 | [m]  | Y = -6.47 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 17.63    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33    | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65 | [m]  | Y = -9.80 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 903.5213 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53 | [m]  | Y = -3.22 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 388.9155  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 1339.6368 | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -366.2867 | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 770.0604  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 6217.6478 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1339.6368 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 388.9155  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.17     | [m]   |

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1394.9488 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 16.19     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -223.0038 | [kNm] |

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 8.07 |
|--|------|

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.80 Y[m]= 2.70

Raggio del cerchio R[m]= 15.09

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -13.37

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 13.20

Larghezza della striscia dx[m]= 1.06

Coefficiente di sicurezza C= 1.47

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W        | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|----------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 4203.53  | 75.41              | 4067.89       | 4.22           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 10556.02 | 63.01              | 9406.20       | 2.34           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 14270.19 | 55.04              | 11694.49      | 1.85           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 17071.14 | 48.47              | 12779.13      | 1.60           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 19316.10 | 42.68              | 13093.81      | 1.45           | 25.49  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 21161.89 | 37.39              | 12850.71      | 1.34           | 20.46  | 0.000 | 0.068 |
| 7        | 23948.26 | 32.46              | 12852.94      | 1.26           | 20.46  | 0.000 | 0.142 |
| 8        | 24716.87 | 27.79              | 11522.16      | 1.20           | 20.46  | 0.000 | 0.204 |
| 9        | 25633.70 | 23.31              | 10142.11      | 1.16           | 20.46  | 0.000 | 0.255 |
| 10       | 26481.58 | 18.98              | 8610.69       | 1.12           | 20.46  | 0.000 | 0.296 |
| 11       | 27113.57 | 14.75              | 6904.99       | 1.10           | 20.46  | 0.000 | 0.328 |
| 12       | 27014.28 | 10.61              | 4975.67       | 1.08           | 20.46  | 0.000 | 0.352 |
| 13       | 24510.20 | 6.53               | 2787.00       | 1.07           | 20.46  | 0.000 | 0.368 |
| 14       | 11358.27 | 2.48               | 491.03        | 1.06           | 20.46  | 0.000 | 0.377 |
| 15       | 11066.95 | -1.56              | -301.52       | 1.06           | 20.46  | 0.000 | 0.377 |
| 16       | 10929.65 | -5.61              | -1068.06      | 1.07           | 20.46  | 0.000 | 0.371 |
| 17       | 10635.41 | -9.68              | -1788.87      | 1.08           | 20.46  | 0.000 | 0.356 |
| 18       | 10179.63 | -13.81             | -2429.68      | 1.09           | 20.46  | 0.000 | 0.334 |
| 19       | 9554.78  | -18.01             | -2954.03      | 1.12           | 20.46  | 0.000 | 0.304 |
| 20       | 8749.76  | -22.31             | -3321.96      | 1.15           | 20.46  | 0.000 | 0.265 |
| 21       | 7748.77  | -26.75             | -3488.27      | 1.19           | 20.46  | 0.000 | 0.216 |
| 22       | 6529.41  | -31.38             | -3399.83      | 1.25           | 20.46  | 0.000 | 0.157 |
| 23       | 5059.44  | -36.25             | -2991.38      | 1.32           | 20.46  | 0.000 | 0.086 |
| 24       | 3290.66  | -41.44             | -2177.92      | 1.42           | 23.47  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 1146.50  | -47.10             | -839.84       | 1.56           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$$\Sigma W_i = 3552.4818 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 955.3544 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1433.5633 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.21$$

#### COMBINAZIONE n° 5

#### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 474.2262 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 440.5399 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 175.5421 | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65 | [m]  | Y = -6.20 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 21.73    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01    | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65 | [m]  | Y = -9.80 | [m] |

|   |           |      |               |
|---|-----------|------|---------------|
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 1150.9125 | [kN] |               |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 3.53  | [m]  | Y = -3.22 [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 440.5399  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 1673.7046 | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -537.9700 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1673.7046 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 440.5399  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.22     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1730.7116 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 14.75     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -375.9211 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 2960.0418 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 7.80   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 177.50 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 251.65 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.86$  | $i_q = 0.86$  | $i_\gamma = 0.55$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.06$  | $d_q = 1.03$  | $d_\gamma = 1.03$ |

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |               |                    |
|----------------|---------------|--------------------|
| $N'_c = 19.35$ | $N'_q = 9.68$ | $N'_\gamma = 4.26$ |
|----------------|---------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.40 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 1.77 |

COMBINAZIONE n° 6

|  |           |      |           |     |
|--|-----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 461.2824  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 439.3150  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 140.6549  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.11 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 17.75     | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33     | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65  | [m]  | Y = -9.80 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 1131.3125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53  | [m]  | Y = -3.22 | [m] |

#### Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 439.3150  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 1619.2174 | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -443.4795 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1619.2174 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 439.3150  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.12     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1677.7552 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15.18     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -189.9386 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1622.7914 | [kN]  |

#### Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 7.80   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 188.86 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 226.32 | [kPa] |

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.85$  | $i_q = 0.85$  | $i_\gamma = 0.44$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.05$  | $d_q = 1.03$  | $d_\gamma = 1.03$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 19.35$$

$$N'_q = 9.68$$

$$N'_\gamma = 4.26$$

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.14 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 1.00 |

### **COMBINAZIONE n° 7**

|  |           |      |           |     |
|--|-----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 512.2730  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 487.8641  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 156.2442  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.10 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 17.76     | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33     | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65  | [m]  | Y = -9.80 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 1050.5213 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53  | [m]  | Y = -3.22 | [m] |

### **Risultanti**

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 487.8641  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 1519.2905 | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -417.8999 | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 1146.5583 | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 7160.9063 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1519.2905 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 487.8641  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.06     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1595.6989 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 17.80     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -89.1152  | [kNm] |

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 6.25 |
|--|------|



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.80 Y[m]= 2.70

Raggio del cerchio R[m]= 15.09

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -13.37

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 13.20

Larghezza della striscia dx[m]= 1.06

Coefficiente di sicurezza C= 1.35

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W        | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|----------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 7021.68  | 75.41              | 6795.10       | 4.22           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 13374.16 | 63.01              | 11917.38      | 2.34           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 17088.33 | 55.04              | 14003.98      | 1.85           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 19889.29 | 48.47              | 14888.74      | 1.60           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 22134.24 | 42.68              | 15004.15      | 1.45           | 25.49  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 23980.03 | 37.39              | 14562.05      | 1.34           | 20.46  | 0.000 | 0.068 |
| 7        | 26766.41 | 32.46              | 14365.42      | 1.26           | 20.46  | 0.000 | 0.142 |
| 8        | 27535.01 | 27.79              | 12835.88      | 1.20           | 20.46  | 0.000 | 0.204 |
| 9        | 28451.84 | 23.31              | 11257.12      | 1.16           | 20.46  | 0.000 | 0.255 |
| 10       | 29299.73 | 18.98              | 9527.04       | 1.12           | 20.46  | 0.000 | 0.296 |
| 11       | 29288.27 | 14.75              | 7458.82       | 1.10           | 20.46  | 0.000 | 0.328 |
| 12       | 27014.28 | 10.61              | 4975.67       | 1.08           | 20.46  | 0.000 | 0.352 |

|    |          |        |          |      |       |       |       |
|----|----------|--------|----------|------|-------|-------|-------|
| 13 | 24510.20 | 6.53   | 2787.00  | 1.07 | 20.46 | 0.000 | 0.368 |
| 14 | 11358.27 | 2.48   | 491.03   | 1.06 | 20.46 | 0.000 | 0.377 |
| 15 | 11066.95 | -1.56  | -301.52  | 1.06 | 20.46 | 0.000 | 0.377 |
| 16 | 10929.65 | -5.61  | -1068.06 | 1.07 | 20.46 | 0.000 | 0.371 |
| 17 | 10635.41 | -9.68  | -1788.87 | 1.08 | 20.46 | 0.000 | 0.356 |
| 18 | 10179.63 | -13.81 | -2429.68 | 1.09 | 20.46 | 0.000 | 0.334 |
| 19 | 9554.78  | -18.01 | -2954.03 | 1.12 | 20.46 | 0.000 | 0.304 |
| 20 | 8749.76  | -22.31 | -3321.96 | 1.15 | 20.46 | 0.000 | 0.265 |
| 21 | 7748.77  | -26.75 | -3488.27 | 1.19 | 20.46 | 0.000 | 0.216 |
| 22 | 6529.41  | -31.38 | -3399.83 | 1.25 | 20.46 | 0.000 | 0.157 |
| 23 | 5059.44  | -36.25 | -2991.38 | 1.32 | 20.46 | 0.000 | 0.086 |
| 24 | 3290.66  | -41.44 | -2177.92 | 1.42 | 23.47 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 1146.50  | -47.10 | -839.84  | 1.56 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$$\Sigma W_i = 3850.1786 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 1138.6489 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1568.1704 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.21$$

#### COMBINAZIONE n° 9

|  |           |      |           |     |
|--|-----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 300.3272  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 279.2598  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 110.5004  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.52 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 21.59     | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01     | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 17.2190   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.52 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 51.94     | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65  | [m]  | Y = -9.80 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 1003.9125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53  | [m]  | Y = -3.22 | [m] |
| Inerzia del muro   | 7.4069    | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 3.7035    | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 21.4137   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 10.7069   | [kN] |           |     |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 324.0916  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 1482.4087 | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -478.5459 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1482.4087 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 324.0916  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.23     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1517.4225 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 12.33     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -335.6255 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 3361.2944 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 7.80   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 156.95 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 223.15 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.91$  | $i_q = 0.91$  | $i_\gamma = 0.70$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.06$  | $d_q = 1.03$  | $d_\gamma = 1.03$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 19.35 \qquad N'_q = 9.68 \qquad N'_\gamma = 4.26$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.69 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.27 |

COMBINAZIONE n° 10

|   |          |      |
|---|----------|------|
| Valore della spinta statica                 | 300.3272 | [kN] |
| Componente orizzontale della spinta statica | 279.2598 | [kN] |
| Componente verticale della spinta statica   | 110.5004 | [kN] |

|  |           |      |           |     |
|--|-----------|------|-----------|-----|
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.52 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 21.59     | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01     | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 10.8203   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.52 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 51.94     | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65  | [m]  | Y = -9.80 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 1003.9125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53  | [m]  | Y = -3.22 | [m] |
| Inerzia del muro   | 7.4069    | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -3.7035   | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 21.4137   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -10.7069  | [kN] |           |     |

#### Risultanti

|   |           |       |  |  |
|---|-----------|-------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 318.1418  | [kN]  |  |  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 1451.2338 | [kN]  |  |  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -468.9665 | [kN]  |  |  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1451.2338 | [kN]  |  |  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 318.1418  | [kN]  |  |  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.22     | [m]   |  |  |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |  |  |
| Risultante in fondazione                              | 1485.6963 | [kN]  |  |  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 12.36     | [°]   |  |  |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -325.8131 | [kNm] |  |  |
| Carico ultimo della fondazione                        | 3357.6102 | [kN]  |  |  |

#### Tensioni sul terreno

|  |        |       |  |  |
|--|--------|-------|--|--|
| Lunghezza fondazione reagente          | 7.80   | [m]   |  |  |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 153.92 | [kPa] |  |  |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 218.19 | [kPa] |  |  |

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|

|                             |              |              |                   |
|-----------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| <b>Fattori forma</b>        | $s_c = 1.00$ | $s_q = 1.00$ | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b> | $i_c = 0.91$ | $i_q = 0.91$ | $i_\gamma = 0.70$ |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.06$ | $d_q = 1.03$ | $d_\gamma = 1.03$ |

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |               |                    |
|----------------|---------------|--------------------|
| $N'_c = 19.35$ | $N'_q = 9.68$ | $N'_\gamma = 4.26$ |
|----------------|---------------|--------------------|

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.69 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.31 |

### COMBINAZIONE n° 11

|  |           |      |           |     |
|--|-----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 370.9825  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 353.5596  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 112.3551  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.47 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 17.63     | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33     | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 19.6421   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.47 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 49.21     | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65  | [m]  | Y = -9.80 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 1003.9125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53  | [m]  | Y = -3.22 | [m] |
| Inerzia del muro   | 7.4069    | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 3.7035    | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 21.4137   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 10.7069   | [kN] |           |     |
| <b><u>Risultanti</u></b>                                     |           |      |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale         | 401.0999  | [kN] |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale           | 1483.8767 | [kN] |           |     |
| Resistenza passiva dente di fondazione                       | -407.7359 | [kN] |           |     |

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1483.8767 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 401.0999  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.12     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1537.1308 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15.13     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -174.0291 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1627.5492 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 7.80   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 173.08 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 207.40 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.85$  | $i_q = 0.85$  | $i_\gamma = 0.45$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.05$  | $d_q = 1.03$  | $d_\gamma = 1.03$ |

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |               |                    |
|----------------|---------------|--------------------|
| $N'_c = 19.35$ | $N'_q = 9.68$ | $N'_\gamma = 4.26$ |
|----------------|---------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.15 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 1.10 |

COMBINAZIONE n° 12

|  |          |                           |
|--|----------|---------------------------|
| Valore della spinta statica                                  | 370.9825 | [kN]                      |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 353.5596 | [kN]                      |
| Componente verticale della spinta statica                    | 112.3551 | [kN]                      |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65 | [m]      Y = -6.47    [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 17.63    | [°]                       |

|   |           |      |           |     |
|---|-----------|------|-----------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche    | 50.33     | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                         | 11.7374   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta  | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.47 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche    | 49.15     | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda           | X = 6.65  | [m]  | Y = -9.80 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 1003.9125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 3.53  | [m]  | Y = -3.22 | [m] |
| Inerzia del muro  | 7.4069    | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                              | -3.7035   | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte              | 21.4137   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte    | -10.7069  | [kN] |           |     |

#### Risultanti

|   |           |       |  |  |
|---|-----------|-------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 393.5664  | [kN]  |  |  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 1452.6620 | [kN]  |  |  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -399.5691 | [kN]  |  |  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1452.6620 | [kN]  |  |  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 393.5664  | [kN]  |  |  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.12     | [m]   |  |  |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |  |  |
| Risultante in fondazione                              | 1505.0320 | [kN]  |  |  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15.16     | [°]   |  |  |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -167.4967 | [kNm] |  |  |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1625.6133 | [kN]  |  |  |

#### Tensioni sul terreno

|  |        |       |  |  |
|--|--------|-------|--|--|
| Lunghezza fondazione reagente          | 7.80   | [m]   |  |  |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 169.72 | [kPa] |  |  |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 202.76 | [kPa] |  |  |

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.85$  | $i_q = 0.85$  | $i_\gamma = 0.44$ |

**Fattori profondità**  $d_c = 1.05$   $d_q = 1.03$   $d_\gamma = 1.03$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 19.35$   $N'_q = 9.68$   $N'_\gamma = 4.26$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.15

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 1.12

### COMBINAZIONE n° 13

|  |           |      |           |     |
|--|-----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 370.9825  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 353.5596  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 112.3551  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.47 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 17.63     | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33     | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 19.6421   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.47 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 49.21     | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65  | [m]  | Y = -9.80 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 1003.9125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53  | [m]  | Y = -3.22 | [m] |
| Inerzia del muro   | 7.4069    | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 3.7035    | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 21.4137   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 10.7069   | [kN] |           |     |

### Risultanti

|  |           |       |
|--|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 401.0999  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale   | 1483.8767 | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione               | -407.7359 | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle     | 861.2575  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle  | 6822.4057 | [kNm] |



|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1483.8767 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 401.0999  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.12     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1537.1308 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15.13     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -174.0291 | [kNm] |

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 7.92 |
|--|------|

### **COMBINAZIONE n° 14**

|  |           |                           |
|--|-----------|---------------------------|
| Valore della spinta statica                                  | 370.9825  | [kN]                      |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 353.5596  | [kN]                      |
| Componente verticale della spinta statica                    | 112.3551  | [kN]                      |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65  | [m]      Y = -6.47    [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 17.63     | [°]                       |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.33     | [°]                       |
| Incremento sismico della spinta                              | 11.7374   | [kN]                      |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 6.65  | [m]      Y = -6.47    [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 49.15     | [°]                       |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65  | [m]      Y = -9.80    [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 1003.9125 | [kN]                      |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53  | [m]      Y = -3.22    [m] |
| Inerzia del muro   | 7.4069    | [kN]                      |
| Inerzia verticale del muro                                   | -3.7035   | [kN]                      |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 21.4137   | [kN]                      |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -10.7069  | [kN]                      |

### **Risultanti**

|  |          |      |
|--|----------|------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 393.5664 | [kN] |
|--|----------|------|

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 1452.6620 | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -399.5691 | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 908.5975  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 6741.4759 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1452.6620 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 393.5664  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.12     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1505.0320 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15.16     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -167.4967 | [kNm] |

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 7.42

Stabilità globale muro + terreno

### **Combinazione n° 15**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.70 Y[m]= 5.41

Raggio del cerchio R[m]= 17.85

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -15.55

Ascissa a monte del cerchio  $X_s[m]= 14.60$

Larghezza della striscia  $dx[m]= 1.21$

Coefficiente di sicurezza  $C= 1.40$

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W        | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|----------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 3861.43  | 69.95              | 3627.35       | 3.52           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 10211.87 | 60.48              | 8886.09       | 2.45           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 14592.21 | 53.31              | 11700.66      | 2.02           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 18006.38 | 47.21              | 13214.95      | 1.78           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 20787.97 | 41.77              | 13847.15      | 1.62           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 23099.39 | 36.76              | 13822.62      | 1.51           | 20.61  | 0.000 | 0.028 |
| 7        | 25722.80 | 32.05              | 13651.67      | 1.42           | 20.46  | 0.000 | 0.111 |
| 8        | 27818.00 | 27.59              | 12881.74      | 1.36           | 20.46  | 0.000 | 0.181 |
| 9        | 28697.85 | 23.29              | 11348.23      | 1.31           | 20.46  | 0.000 | 0.238 |
| 10       | 29793.71 | 19.14              | 9766.84       | 1.28           | 20.46  | 0.000 | 0.285 |
| 11       | 30567.77 | 15.08              | 7953.74       | 1.25           | 20.46  | 0.000 | 0.322 |
| 12       | 31137.24 | 11.10              | 5996.73       | 1.23           | 20.46  | 0.000 | 0.350 |
| 13       | 20838.22 | 7.18               | 2604.44       | 1.22           | 20.46  | 0.000 | 0.370 |
| 14       | 12677.87 | 3.29               | 727.45        | 1.21           | 20.46  | 0.000 | 0.381 |
| 15       | 12701.63 | -0.59              | -129.87       | 1.21           | 20.46  | 0.000 | 0.384 |
| 16       | 12577.19 | -4.46              | -978.86       | 1.21           | 20.46  | 0.000 | 0.378 |
| 17       | 12259.99 | -8.36              | -1783.01      | 1.22           | 20.46  | 0.000 | 0.365 |
| 18       | 11745.48 | -12.30             | -2502.26      | 1.23           | 20.46  | 0.000 | 0.343 |
| 19       | 11026.04 | -16.30             | -3094.48      | 1.26           | 20.46  | 0.000 | 0.312 |
| 20       | 10090.27 | -20.38             | -3514.13      | 1.29           | 20.46  | 0.000 | 0.272 |
| 21       | 8922.06  | -24.58             | -3710.64      | 1.33           | 20.46  | 0.000 | 0.222 |
| 22       | 7498.92  | -28.92             | -3625.98      | 1.38           | 20.46  | 0.000 | 0.161 |
| 23       | 5789.28  | -33.45             | -3190.99      | 1.45           | 20.46  | 0.000 | 0.088 |
| 24       | 3747.74  | -38.23             | -2319.38      | 1.54           | 23.43  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 1306.20  | -43.36             | -896.85       | 1.66           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$$\Sigma W_i = 3878.3714 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 1022.6854 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1575.9268 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.71$$

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 16

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Numero di cerchi analizzati | 36 |
| Numero di strisce           | 25 |

Cerchio critico

|                                |               |            |
|--------------------------------|---------------|------------|
| Coordinate del centro          | X[m]= -2.70   | Y[m]= 5.41 |
| Raggio del cerchio             | R[m]= 17.85   |            |
| Ascissa a valle del cerchio    | Xi[m]= -15.55 |            |
| Ascissa a monte del cerchio    | Xs[m]= 14.60  |            |
| Larghezza della striscia dx[m] | = 1.21        |            |
| Coefficiente di sicurezza      | C= 1.39       |            |

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W        | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|----------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 3861.43  | 69.95              | 3627.35       | 3.52           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 10211.87 | 60.48              | 8886.09       | 2.45           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 14592.21 | 53.31              | 11700.66      | 2.02           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 18006.38 | 47.21              | 13214.95      | 1.78           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 20787.97 | 41.77              | 13847.15      | 1.62           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 23099.39 | 36.76              | 13822.62      | 1.51           | 20.61  | 0.000 | 0.028 |
| 7        | 25722.80 | 32.05              | 13651.67      | 1.42           | 20.46  | 0.000 | 0.111 |
| 8        | 27818.00 | 27.59              | 12881.74      | 1.36           | 20.46  | 0.000 | 0.181 |
| 9        | 28697.85 | 23.29              | 11348.23      | 1.31           | 20.46  | 0.000 | 0.238 |
| 10       | 29793.71 | 19.14              | 9766.84       | 1.28           | 20.46  | 0.000 | 0.285 |
| 11       | 30567.77 | 15.08              | 7953.74       | 1.25           | 20.46  | 0.000 | 0.322 |
| 12       | 31137.24 | 11.10              | 5996.73       | 1.23           | 20.46  | 0.000 | 0.350 |
| 13       | 20838.22 | 7.18               | 2604.44       | 1.22           | 20.46  | 0.000 | 0.370 |
| 14       | 12677.87 | 3.29               | 727.45        | 1.21           | 20.46  | 0.000 | 0.381 |
| 15       | 12701.63 | -0.59              | -129.87       | 1.21           | 20.46  | 0.000 | 0.384 |
| 16       | 12577.19 | -4.46              | -978.86       | 1.21           | 20.46  | 0.000 | 0.378 |
| 17       | 12259.99 | -8.36              | -1783.01      | 1.22           | 20.46  | 0.000 | 0.365 |
| 18       | 11745.48 | -12.30             | -2502.26      | 1.23           | 20.46  | 0.000 | 0.343 |
| 19       | 11026.04 | -16.30             | -3094.48      | 1.26           | 20.46  | 0.000 | 0.312 |

|    |          |        |          |      |       |       |       |
|----|----------|--------|----------|------|-------|-------|-------|
| 20 | 10090.27 | -20.38 | -3514.13 | 1.29 | 20.46 | 0.000 | 0.272 |
| 21 | 8922.06  | -24.58 | -3710.64 | 1.33 | 20.46 | 0.000 | 0.222 |
| 22 | 7498.92  | -28.92 | -3625.98 | 1.38 | 20.46 | 0.000 | 0.161 |
| 23 | 5789.28  | -33.45 | -3190.99 | 1.45 | 20.46 | 0.000 | 0.088 |
| 24 | 3747.74  | -38.23 | -2319.38 | 1.54 | 23.43 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 1306.20  | -43.36 | -896.85  | 1.66 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$$\Sigma W_i = 3878.3714 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 1022.6854 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1575.9268 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.71$$

### COMBINAZIONE n° 17

|  |           |      |           |     |
|--|-----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 300.3272  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 279.2598  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 110.5004  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.52 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 21.59     | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01     | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65  | [m]  | Y = -9.80 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 1003.9125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53  | [m]  | Y = -3.22 | [m] |

### Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 279.2598  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 1461.6629 | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -467.9468 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1461.6629 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 279.2598  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.31     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1488.1010 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 10.82     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -459.8959 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 3533.1798 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 7.80   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 142.04 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 232.75 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.94$  | $i_q = 0.94$  | $i_\gamma = 0.80$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.06$  | $d_q = 1.03$  | $d_\gamma = 1.03$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |               |                    |
|----------------|---------------|--------------------|
| $N'_c = 19.35$ | $N'_q = 9.68$ | $N'_\gamma = 4.26$ |
|----------------|---------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.93 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.42 |

COMBINAZIONE n° 18

|  |           |      |           |     |
|--|-----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 322.6738  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 299.9271  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 119.0048  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65  | [m]  | Y = -6.39 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 21.64     | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01     | [°]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65  | [m]  | Y = -9.80 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 1043.1125 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53  | [m]  | Y = -3.22 | [m] |

Risultanti

|  |           |      |
|--|-----------|------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 299.9271  | [kN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale   | 1509.3673 | [kN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione               | -483.5345 | [kN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione    | 1509.3673 | [kN] |

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 299.9271  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.30     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1538.8782 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 11.24     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -446.1386 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 3478.9677 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 7.80   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 149.51 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 237.51 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.93$  | $i_q = 0.93$  | $i_\gamma = 0.77$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.06$  | $d_q = 1.03$  | $d_\gamma = 1.03$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |               |                    |
|----------------|---------------|--------------------|
| $N'_c = 19.35$ | $N'_q = 9.68$ | $N'_\gamma = 4.26$ |
|----------------|---------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.86 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.30 |

COMBINAZIONE n° 19

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 356.1943 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 330.9279 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 131.7615 | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65 | [m]  | Y = -6.23 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 21.71    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01    | [°]  |           |     |

|   |                |               |
|---|----------------|---------------|
| Punto d'applicazione della spinta della falda           | X = 6.65 [m]   | Y = -9.80 [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 1101.9125 [kN] |               |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 3.53 [m]   | Y = -3.22 [m] |

#### Risultanti

|   |                 |
|---|-----------------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 330.9279 [kN]   |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 1580.9240 [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -506.9162 [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1580.9240 [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 330.9279 [kN]   |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.27 [m]       |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80 [m]        |
| Risultante in fondazione                              | 1615.1885 [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 11.82 [°]       |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -425.5026 [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 3404.6641 [kN]  |

#### Tensioni sul terreno

|  |              |
|--|--------------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 7.80 [m]     |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 160.72 [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 244.65 [kPa] |

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.92$  | $i_q = 0.92$  | $i_\gamma = 0.73$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.06$  | $d_q = 1.03$  | $d_\gamma = 1.03$ |

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |               |                    |
|----------------|---------------|--------------------|
| $N'_c = 19.35$ | $N'_q = 9.68$ | $N'_\gamma = 4.26$ |
|----------------|---------------|--------------------|

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA



|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.76 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.15 |

#### COMBINAZIONE n° 20

|  |           |       |           |     |
|--|-----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 300.3272  | [kN]  |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 279.2598  | [kN]  |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 110.5004  | [kN]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65  | [m]   | Y = -6.52 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 21.59     | [°]   |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01     | [°]   |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 9.4947    | [kN]  |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 6.65  | [m]   | Y = -6.52 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 52.44     | [°]   |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65  | [m]   | Y = -9.80 | [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 1003.9125 | [kN]  |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53  | [m]   | Y = -3.22 | [m] |
| Inerzia del muro   | 4.1192    | [kN]  |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 2.0596    | [kN]  |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 11.9088   | [kN]  |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 5.9544    | [kN]  |           |     |
| <i><u>Risultanti</u></i>                                     |           |       |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale         | 304.1165  | [kN]  |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale           | 1473.1704 | [kN]  |           |     |
| Resistenza passiva dente di fondazione                       | -473.8308 | [kN]  |           |     |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione            | 1473.1704 | [kN]  |           |     |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione        | 304.1165  | [kN]  |           |     |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione         | -0.27     | [m]   |           |     |
| Lunghezza fondazione reagente                                | 7.80      | [m]   |           |     |
| Risultante in fondazione                                     | 1504.2333 | [kN]  |           |     |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)        | 11.66     | [°]   |           |     |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione              | -390.8147 | [kNm] |           |     |
| Carico ultimo della fondazione                               | 3436.9118 | [kN]  |           |     |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 7.80   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 150.33 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 227.41 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.92$  | $i_q = 0.92$  | $i_\gamma = 0.74$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.06$  | $d_q = 1.03$  | $d_\gamma = 1.03$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |               |                    |
|----------------|---------------|--------------------|
| $N'_c = 19.35$ | $N'_q = 9.68$ | $N'_\gamma = 4.26$ |
|----------------|---------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.79 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.33 |

COMBINAZIONE n° 21

|  |           |                           |
|--|-----------|---------------------------|
| Valore della spinta statica                                  | 300.3272  | [kN]                      |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 279.2598  | [kN]                      |
| Componente verticale della spinta statica                    | 110.5004  | [kN]                      |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 6.65  | [m]      Y = -6.52    [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 21.59     | [°]                       |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 53.01     | [°]                       |
| Incremento sismico della spinta                              | 5.9333    | [kN]                      |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 6.65  | [m]      Y = -6.52    [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 52.44     | [°]                       |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 6.65  | [m]      Y = -9.80    [m] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 1003.9125 | [kN]                      |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 3.53  | [m]      Y = -3.22    [m] |
| Inerzia del muro   | 4.1192    | [kN]                      |

|  |         |      |
|--|---------|------|
| Inerzia verticale del muro                           | -2.0596 | [kN] |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte           | 11.9088 | [kN] |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -5.9544 | [kN] |

#### Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 300.8049  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 1455.8320 | [kN]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -468.5031 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 1455.8320 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 300.8049  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.26     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 7.80      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 1486.5834 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 11.67     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -385.3588 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 3435.7666 | [kN]  |

#### Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 7.80   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 148.64 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 224.65 | [kPa] |

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 20.72$ | $N_q = 10.66$ | $N_\gamma = 6.77$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.92$  | $i_q = 0.92$  | $i_\gamma = 0.74$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.06$  | $d_q = 1.03$  | $d_\gamma = 1.03$ |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|                |               |                    |
|----------------|---------------|--------------------|
| $N'_c = 19.35$ | $N'_q = 9.68$ | $N'_\gamma = 4.26$ |
|----------------|---------------|--------------------|

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.79 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.36 |

### 8.4.6. Quadro riassuntivo dei coefficienti di sicurezza calcolati

*Simbologia adottata*

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <i>C</i>                 | Identificativo della combinazione       |
| <i>Tipo</i>              | Tipo combinazione                       |
| <i>Sisma</i>             | Combinazione sismica                    |
| <i>CS<sub>SCO</sub></i>  | Coeff. di sicurezza allo scorrimento    |
| <i>CS<sub>RIB</sub></i>  | Coeff. di sicurezza al ribaltamento     |
| <i>CS<sub>QLIM</sub></i> | Coeff. di sicurezza a carico limite     |
| <i>CS<sub>STAB</sub></i> | Coeff. di sicurezza a stabilità globale |

| <b>C</b> | <b>Tipo</b> | <b>Sisma</b>                     | <b>CS<sub>sco</sub></b> | <b>CS<sub>rib</sub></b> | <b>CS<sub>qlim</sub></b> | <b>CS<sub>stab</sub></b> |
|----------|-------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1        | A1-M1 - [1] | --                               | 1.52                    | --                      | 2.06                     | --                       |
| 2        | A2-M2 - [1] | --                               | 1.28                    | --                      | 1.17                     | --                       |
| 3        | EQU - [1]   | --                               | --                      | 8.07                    | --                       | --                       |
| 4        | STAB - [1]  | --                               | --                      | --                      | --                       | 1.47                     |
| 5        | A1-M1 - [2] | --                               | 1.40                    | --                      | 1.77                     | --                       |
| 6        | A2-M2 - [2] | --                               | 1.14                    | --                      | 1.00                     | --                       |
| 7        | EQU - [2]   | --                               | --                      | 6.25                    | --                       | --                       |
| 8        | STAB - [2]  | --                               | --                      | --                      | --                       | 1.35                     |
| 9        | A1-M1 - [3] | Orizzontale + Verticale positivo | 1.69                    | --                      | 2.27                     | --                       |
| 10       | A1-M1 - [3] | Orizzontale + Verticale negativo | 1.69                    | --                      | 2.31                     | --                       |
| 11       | A2-M2 - [3] | Orizzontale + Verticale positivo | 1.15                    | --                      | 1.10                     | --                       |
| 12       | A2-M2 - [3] | Orizzontale + Verticale negativo | 1.15                    | --                      | 1.12                     | --                       |
| 13       | EQU - [3]   | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | 7.92                    | --                       | --                       |
| 14       | EQU - [3]   | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | 7.42                    | --                       | --                       |
| 15       | STAB - [3]  | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | --                      | --                       | 1.40                     |
| 16       | STAB - [3]  | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | --                      | --                       | 1.39                     |
| 17       | SLEQ - [1]  | --                               | 1.93                    | --                      | 2.42                     | --                       |
| 18       | SLEF - [1]  | --                               | 1.86                    | --                      | 2.30                     | --                       |
| 19       | SLER - [1]  | --                               | 1.76                    | --                      | 2.15                     | --                       |
| 20       | SLEQ - [1]  | Orizzontale + Verticale positivo | 1.79                    | --                      | 2.33                     | --                       |
| 21       | SLEQ - [1]  | Orizzontale + Verticale negativo | 1.79                    | --                      | 2.36                     | --                       |

### 8.4.7. Sollecitazioni sulla struttura

### ***Inviluppo Sollecitazioni paramento***

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

### **Inviluppo combinazioni SLU**

| <b>Nr.</b> | <b>Y</b> | <b>Nmin</b> | <b>Nmax</b> | <b>Mmin</b> | <b>Mmax</b> | <b>Tmin</b> | <b>Tmax</b> |
|------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1          | 0.00     | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      |
| 2          | 0.37     | 2.9877      | 2.9877      | 0.4236      | 0.7277      | 2.3196      | 3.8788      |
| 3          | 0.75     | 6.3258      | 6.3258      | 2.0087      | 3.1313      | 5.8625      | 8.6076      |
| 4          | 1.12     | 10.0143     | 10.0143     | 5.1829      | 7.5051      | 10.3663     | 14.7413     |
| 5          | 1.50     | 14.0532     | 14.0532     | 10.2235     | 14.5481     | 15.3626     | 22.1902     |
| 6          | 1.87     | 18.4425     | 18.4425     | 17.2738     | 24.7404     | 20.6680     | 30.7125     |
| 7          | 2.25     | 23.1822     | 23.1822     | 26.4834     | 38.4040     | 26.4637     | 40.2359     |
| 8          | 2.62     | 28.2722     | 28.2722     | 38.0823     | 55.9120     | 32.9331     | 50.7157     |
| 9          | 3.00     | 33.7127     | 33.7127     | 52.3379     | 77.6237     | 40.1038     | 62.1225     |
| 10         | 3.37     | 39.5036     | 39.5036     | 69.5198     | 103.8892    | 47.9758     | 74.4360     |
| 11         | 3.75     | 45.6449     | 45.6449     | 89.8977     | 135.0525    | 56.5492     | 87.6420     |
| 12         | 4.12     | 52.1366     | 52.1366     | 113.7411    | 171.4528    | 65.8240     | 101.7305    |
| 13         | 4.50     | 58.9786     | 58.9786     | 141.3198    | 213.4262    | 75.8001     | 116.6943    |
| 14         | 4.87     | 66.1711     | 66.1711     | 172.9033    | 261.3065    | 86.4777     | 132.5277    |
| 15         | 5.25     | 73.7140     | 73.7140     | 208.7612    | 315.4257    | 97.8566     | 149.2264    |
| 16         | 5.62     | 81.6072     | 81.6072     | 249.1633    | 376.1141    | 109.9368    | 166.7875    |
| 17         | 6.00     | 89.8509     | 89.8509     | 294.3790    | 443.7013    | 122.7185    | 185.2084    |
| 18         | 6.37     | 98.4450     | 98.4450     | 344.6781    | 518.5159    | 136.2015    | 204.4870    |
| 19         | 6.75     | 107.3894    | 107.3894    | 400.3302    | 600.8859    | 150.3858    | 224.6218    |
| 20         | 7.12     | 116.6843    | 116.6843    | 461.6049    | 691.1388    | 165.2716    | 245.6114    |
| 21         | 7.50     | 126.3295    | 126.3295    | 528.7607    | 789.5878    | 180.7477    | 267.3183    |

### **Inviluppo combinazioni SLE**

| <b>Nr.</b> | <b>Y</b> | <b>Nmin</b> | <b>Nmax</b> | <b>Mmin</b> | <b>Mmax</b> | <b>Tmin</b> | <b>Tmax</b> |
|------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1          | 0.00     | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      |
| 2          | 0.37     | 2.9877      | 2.9877      | 0.3992      | 0.4171      | 2.1812      | 2.2834      |
| 3          | 0.75     | 6.3258      | 6.3258      | 1.8989      | 1.9806      | 5.5382      | 5.7826      |
| 4          | 1.12     | 10.0143     | 10.0143     | 4.9103      | 5.1156      | 9.8169      | 10.2360     |
| 5          | 1.50     | 14.0532     | 14.0532     | 9.6988      | 10.0971     | 14.5646     | 15.4644     |
| 6          | 1.87     | 18.4425     | 18.4425     | 16.4006     | 17.1764     | 19.6041     | 21.7335     |
| 7          | 2.25     | 23.1822     | 23.1822     | 25.1578     | 27.0155     | 25.1103     | 28.7813     |
| 8          | 2.62     | 28.2722     | 28.2722     | 36.1903     | 39.7307     | 31.2608     | 36.5742     |
| 9          | 3.00     | 33.7127     | 33.7127     | 49.7542     | 55.6036     | 38.0821     | 45.0905     |
| 10         | 3.37     | 39.5036     | 39.5036     | 66.1078     | 74.9092     | 45.5743     | 54.3159     |
| 11         | 3.75     | 45.6449     | 45.6449     | 85.5091     | 97.9182     | 53.7375     | 64.2408     |
| 12         | 4.12     | 52.1366     | 52.1366     | 108.2165    | 124.8981    | 62.5717     | 74.8583     |
| 13         | 4.50     | 58.9786     | 58.9786     | 134.4882    | 156.1143    | 72.0768     | 86.1635     |
| 14         | 4.87     | 66.1711     | 66.1711     | 164.5823    | 191.8306    | 82.2528     | 98.1530     |
| 15         | 5.25     | 73.7140     | 73.7140     | 198.7572    | 232.3097    | 93.0998     | 110.8239    |
| 16         | 5.62     | 81.6072     | 81.6072     | 237.2710    | 277.8134    | 104.6178    | 124.1744    |
| 17         | 6.00     | 89.8509     | 89.8509     | 280.3819    | 328.6028    | 116.8066    | 138.2028    |
| 18         | 6.37     | 98.4450     | 98.4450     | 328.3482    | 384.9385    | 129.6665    | 152.9079    |
| 19         | 6.75     | 107.3894    | 107.3894    | 381.4280    | 447.0806    | 143.1973    | 168.2887    |
| 20         | 7.12     | 116.6843    | 116.6843    | 439.8797    | 515.2890    | 157.3990    | 184.3444    |

21 7.50 126.3295 126.3295 503.9506 589.8127 172.1643 200.9668

### *Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle*

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

| Nr. | X    | Mmin    | Mmax    | Tmin     | Tmax     |
|-----|------|---------|---------|----------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 2   | 0.08 | 0.4553  | 0.5970  | 10.7263  | 14.0517  |
| 3   | 0.17 | 1.8257  | 2.3898  | 21.5306  | 28.1382  |
| 4   | 0.26 | 4.1177  | 5.3814  | 32.4131  | 42.2593  |
| 5   | 0.34 | 7.3381  | 9.5748  | 43.3737  | 56.4151  |
| 6   | 0.42 | 11.4935 | 14.9730 | 54.4124  | 70.6057  |
| 7   | 0.51 | 16.5904 | 21.5788 | 65.5291  | 84.8309  |
| 8   | 0.59 | 22.6356 | 29.3952 | 76.7240  | 99.0908  |
| 9   | 0.68 | 29.6357 | 38.4252 | 87.9970  | 113.3855 |
| 10  | 0.76 | 37.5973 | 48.6717 | 99.3481  | 127.7148 |
| 11  | 0.85 | 46.5271 | 60.1377 | 110.7774 | 142.0789 |

#### Inviluppo combinazioni SLE

| Nr. | X    | Mmin    | Mmax    | Tmin     | Tmax     |
|-----|------|---------|---------|----------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 2   | 0.08 | 0.4285  | 0.4959  | 10.0965  | 11.6813  |
| 3   | 0.17 | 1.7188  | 1.9880  | 20.2770  | 23.4403  |
| 4   | 0.26 | 3.8780  | 4.4830  | 30.5416  | 35.2771  |
| 5   | 0.34 | 6.9132  | 7.9873  | 40.8901  | 47.1916  |
| 6   | 0.42 | 10.8317 | 12.5077 | 51.3227  | 59.1839  |
| 7   | 0.51 | 15.6405 | 18.0508 | 61.8393  | 71.2539  |
| 8   | 0.59 | 21.3467 | 24.6231 | 72.4399  | 83.4016  |
| 9   | 0.68 | 27.9576 | 32.2313 | 83.1246  | 95.6271  |
| 10  | 0.76 | 35.4803 | 40.8819 | 93.8933  | 107.9303 |
| 11  | 0.85 | 43.9219 | 50.5816 | 104.7460 | 120.3112 |

### *Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte*

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

| Nr. | X    | Mmin   | Mmax   | Tmin   | Tmax   |
|-----|------|--------|--------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

|    |      |           |          |           |         |
|----|------|-----------|----------|-----------|---------|
| 2  | 0.59 | -8.2968   | 0.4321   | -28.6762  | 0.9723  |
| 3  | 1.18 | -34.2034  | 0.8514   | -56.2738  | 3.3777  |
| 4  | 1.77 | -71.7799  | 7.4075   | -71.6555  | 18.3539 |
| 5  | 2.36 | -119.4077 | 21.9280  | -90.3462  | 30.3757 |
| 6  | 2.95 | -179.0391 | 42.6698  | -112.3459 | 39.4432 |
| 7  | 3.54 | -252.6266 | 67.8899  | -137.6546 | 45.5564 |
| 8  | 4.13 | -342.1223 | 95.8453  | -166.2723 | 48.7153 |
| 9  | 4.72 | -449.4786 | 124.7930 | -198.1990 | 48.9199 |
| 10 | 5.31 | -573.9643 | 153.1145 | -219.9484 | 47.0827 |
| 11 | 5.90 | -708.2300 | 180.5022 | -234.9223 | 45.8947 |

Inviluppo combinazioni SLE

| Nr. | X    | Mmin     | Mmax     | Tmin    | Tmax    |
|-----|------|----------|----------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000   | 0.0000   | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.59 | 0.6143   | 1.9946   | 1.4580  | 6.0868  |
| 3   | 1.18 | 1.2691   | 6.6715   | 3.5581  | 12.5129 |
| 4   | 1.77 | 7.6470   | 19.5345  | 17.4377 | 30.4159 |
| 5   | 2.36 | 21.1090  | 41.7661  | 27.5719 | 44.2706 |
| 6   | 2.95 | 39.4453  | 70.9777  | 33.9607 | 54.0772 |
| 7   | 3.54 | 60.4460  | 104.7810 | 36.6040 | 59.8355 |
| 8   | 4.13 | 81.9013  | 140.7875 | 35.5018 | 61.5457 |
| 9   | 4.72 | 101.6015 | 176.6088 | 30.6542 | 59.2077 |
| 10  | 5.31 | 119.1424 | 209.9811 | 31.1737 | 53.7340 |
| 11  | 5.90 | 138.7066 | 239.9515 | 32.8406 | 47.8156 |

**8.4.8. Verifiche elementi strutturali**

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

***Impostazioni verifiche SLU***

*Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali*

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione     | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                     | 1.15 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica   | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo     | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza per la sezione              | 1.00 |

***Impostazioni verifiche SLE***

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

*Verifica fessurazione*

|  |              |
|--|--------------|
| Sensibilità delle armature                 | Sensibile    |
| Valori limite delle aperture delle fessure | $w_1 = 0.20$ |
|  | $w_2 = 0.30$ |

$$w_3 = 0.40$$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

E.C. 2

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

$$\text{Rara } \sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_f < 0.80 f_{yk}$$

$$\text{Quasi permanente } \sigma_c < 0.45 f_{ck}$$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

**Impostazioni avanzate**

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

**Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                                     |
| $A_{fs}$        | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]             |
| $A_{fi}$        | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]             |
| $\sigma_c$      | tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]                 |
| $\tau_c$        | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]     |
| $\sigma_{fs}$   | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mm <sup>2</sup> ] |
| $\sigma_{fi}$   | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mm <sup>2</sup> ] |
| $N_u$           | sfuerzo normale ultimo espresso in [kN]                                    |
| $M_u$           | momento ultimo espresso in [kNm]   |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione   |
| V <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls                                       |
| V <sub>wd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura                                 |

Inviluppo SLU

| Nr. | Y    | B, H     | $A_{fs}$ | $A_{fi}$ | $N_u$   | $M_u$    | CS      | $V_{Rd}$ | $V_{Rcd}$ | $V_{Rsd}$ |
|-----|------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|-----------|-----------|
| 1   | 0.00 | 100, 30  | 10.05    | 8.04     | 0.00    | 0.00     | 1000.00 | 132.10   | --        | --        |
| 2   | 0.37 | 100, 34  | 32.17    | 8.04     | 1730.28 | -362.59  | 579.13  | 206.88   | --        | --        |
| 3   | 0.75 | 100, 38  | 32.17    | 8.04     | 959.34  | -474.88  | 151.65  | 218.53   | --        | --        |
| 4   | 1.12 | 100, 41  | 32.17    | 8.04     | 677.67  | -507.87  | 67.67   | 229.74   | --        | --        |
| 5   | 1.50 | 100, 45  | 32.17    | 8.04     | 526.72  | -545.27  | 37.48   | 240.56   | --        | --        |
| 6   | 1.87 | 100, 49  | 32.17    | 8.04     | 437.60  | -587.04  | 23.73   | 251.06   | --        | --        |
| 7   | 2.25 | 100, 53  | 32.17    | 16.08    | 387.65  | -642.19  | 16.72   | 261.29   | --        | --        |
| 8   | 2.62 | 100, 56  | 32.17    | 16.08    | 347.38  | -686.98  | 12.29   | 271.28   | --        | --        |
| 9   | 3.00 | 100, 60  | 32.17    | 16.08    | 318.30  | -732.89  | 9.44    | 281.05   | --        | --        |
| 10  | 3.37 | 100, 64  | 32.17    | 16.08    | 296.39  | -779.45  | 7.50    | 290.65   | --        | --        |
| 11  | 3.75 | 100, 68  | 32.17    | 16.08    | 279.35  | -826.53  | 6.12    | 300.08   | --        | --        |
| 12  | 4.12 | 100, 71  | 32.17    | 16.08    | 265.76  | -873.97  | 5.10    | 309.37   | --        | --        |
| 13  | 4.50 | 100, 75  | 32.17    | 16.08    | 254.70  | -921.68  | 4.32    | 318.53   | --        | --        |
| 14  | 4.87 | 100, 79  | 32.17    | 16.08    | 245.53  | -969.60  | 3.71    | 327.58   | --        | --        |
| 15  | 5.25 | 100, 83  | 32.17    | 16.08    | 237.83  | -1017.69 | 3.23    | 336.52   | --        | --        |
| 16  | 5.62 | 100, 86  | 32.17    | 16.08    | 231.28  | -1065.91 | 2.83    | 345.37   | --        | --        |
| 17  | 6.00 | 100, 90  | 32.17    | 16.08    | 225.64  | -1114.24 | 2.51    | 354.14   | --        | --        |
| 18  | 6.37 | 100, 94  | 32.17    | 16.08    | 220.74  | -1162.66 | 2.24    | 362.84   | --        | --        |
| 19  | 6.75 | 100, 98  | 32.17    | 16.08    | 216.46  | -1211.16 | 2.02    | 371.47   | --        | --        |
| 20  | 7.12 | 100, 101 | 32.17    | 16.08    | 212.68  | -1259.72 | 1.82    | 380.04   | --        | --        |



|    |      |          |       |       |        |          |      |        |    |    |
|----|------|----------|-------|-------|--------|----------|------|--------|----|----|
| 21 | 7.50 | 100, 105 | 32.17 | 16.08 | 209.33 | -1308.35 | 1.66 | 388.55 | -- | -- |
|----|------|----------|-------|-------|--------|----------|------|--------|----|----|

Inviluppo SLE

| Nr. | Y    | B, H     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|----------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30  | 10.05           | 8.04            | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.37 | 100, 34  | 32.17           | 8.04            | 30             | 9              | 165             | -364            |
| 3   | 0.75 | 100, 38  | 32.17           | 8.04            | 105            | 20             | 1314            | -1228           |
| 4   | 1.12 | 100, 41  | 32.17           | 8.04            | 219            | 32             | 3579            | -2544           |
| 5   | 1.50 | 100, 45  | 32.17           | 8.04            | 361            | 44             | 6858            | -4224           |
| 6   | 1.87 | 100, 49  | 32.17           | 8.04            | 526            | 57             | 11064           | -6201           |
| 7   | 2.25 | 100, 53  | 32.17           | 16.08           | 673            | 70             | 16232           | -7930           |
| 8   | 2.62 | 100, 56  | 32.17           | 16.08           | 874            | 82             | 22506           | -10377          |
| 9   | 3.00 | 100, 60  | 32.17           | 16.08           | 1089           | 95             | 29698           | -13052          |
| 10  | 3.37 | 100, 64  | 32.17           | 16.08           | 1319           | 107            | 37776           | -15928          |
| 11  | 3.75 | 100, 68  | 32.17           | 16.08           | 1560           | 119            | 46710           | -18988          |
| 12  | 4.12 | 100, 71  | 32.17           | 16.08           | 1813           | 131            | 56478           | -22215          |
| 13  | 4.50 | 100, 75  | 32.17           | 16.08           | 2075           | 143            | 67058           | -25595          |
| 14  | 4.87 | 100, 79  | 32.17           | 16.08           | 2347           | 154            | 78436           | -29118          |
| 15  | 5.25 | 100, 83  | 32.17           | 16.08           | 2627           | 166            | 90598           | -32775          |
| 16  | 5.62 | 100, 86  | 32.17           | 16.08           | 2915           | 178            | 103531          | -36557          |
| 17  | 6.00 | 100, 90  | 32.17           | 16.08           | 3210           | 189            | 117225          | -40458          |
| 18  | 6.37 | 100, 94  | 32.17           | 16.08           | 3513           | 200            | 131673          | -44473          |
| 19  | 6.75 | 100, 98  | 32.17           | 16.08           | 3822           | 212            | 146866          | -48596          |
| 20  | 7.12 | 100, 101 | 32.17           | 16.08           | 4138           | 223            | 162798          | -52823          |
| 21  | 7.50 | 100, 105 | 32.17           | 16.08           | 4460           | 234            | 179461          | -57150          |

### *Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione*

Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]   |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]  |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                               |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                               |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mm <sup>2</sup> ] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mm <sup>2</sup> ] |
| N <sub>u</sub>  | sforzo normale ultimo espresso in [kN]  |
| M <sub>u</sub>  | momento ultimo espresso in [kNm]  |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione  |
| V <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls  |
| V <sub>wd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura  |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

### Inviluppo SLU

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 309.92          | --               | --               |
| 2   | 0.08 | 100, 95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 1157.06 | 308.79          | --               | --               |
| 3   | 0.17 | 100, 95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 289.03  | 308.79          | --               | --               |
| 4   | 0.26 | 100, 95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 128.35  | 308.79          | --               | --               |
| 5   | 0.34 | 100, 95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 72.14   | 308.79          | --               | --               |
| 6   | 0.42 | 100, 95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 46.13   | 308.79          | --               | --               |
| 7   | 0.51 | 100, 95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 32.01   | 308.79          | --               | --               |

|    |      |        |       |       |      |        |       |        |    |    |
|----|------|--------|-------|-------|------|--------|-------|--------|----|----|
| 8  | 0.59 | 100,95 | 22.12 | 20.11 | 0.00 | 690.71 | 23.50 | 308.79 | -- | -- |
| 9  | 0.68 | 100,95 | 22.12 | 20.11 | 0.00 | 690.71 | 17.98 | 308.79 | -- | -- |
| 10 | 0.76 | 100,95 | 22.12 | 20.11 | 0.00 | 690.71 | 14.19 | 308.79 | -- | -- |
| 11 | 0.85 | 100,95 | 22.12 | 20.11 | 0.00 | 690.71 | 11.49 | 308.79 | -- | -- |

Inviluppo SLE

| Nr. | X    | B, H   | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|--------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 12  | 0.00 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 13  | 0.08 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 5              | 15             | 289             | -58             |
| 14  | 0.17 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 20             | 30             | 1159            | -231            |
| 15  | 0.26 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 44             | 46             | 2613            | -522            |
| 16  | 0.34 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 79             | 61             | 4656            | -929            |
| 17  | 0.42 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 124            | 77             | 7292            | -1456           |
| 18  | 0.51 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 179            | 92             | 10523           | -2101           |
| 19  | 0.59 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 244            | 108            | 14354           | -2865           |
| 20  | 0.68 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 319            | 124            | 18790           | -3751           |
| 21  | 0.76 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 405            | 140            | 23833           | -4757           |
| 22  | 0.85 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 501            | 156            | 29487           | -5886           |

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

| Nr. | Y    | B, H   | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|--------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100,95 | 38.20           | 20.11           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 309.92          | --               | --               |
| 2   | 0.59 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 91.44   | 308.79          | --               | --               |
| 3   | 1.18 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 22.18   | 308.79          | --               | --               |
| 4   | 1.77 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 10.57   | 308.79          | --               | --               |
| 5   | 2.36 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 6.35    | 308.79          | --               | --               |
| 6   | 2.95 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 4.24    | 308.79          | --               | --               |
| 7   | 3.54 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 3.00    | 308.79          | --               | --               |
| 8   | 4.13 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 2.22    | 308.79          | --               | --               |
| 9   | 4.72 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 1.69    | 308.79          | --               | --               |
| 10  | 5.31 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 1.32    | 308.79          | --               | --               |
| 11  | 5.90 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 0.00           | 690.71         | 1.07    | 308.79          | --               | --               |

Inviluppo SLE

| Nr. | X    | B, H   | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|--------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 12  | 0.00 | 100,95 | 38.20           | 20.11           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 13  | 0.59 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 20             | 8              | 1163            | -232            |
| 14  | 1.18 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 66             | 16             | 3889            | -776            |
| 15  | 1.77 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 193            | 39             | 11388           | -2273           |
| 16  | 2.36 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 414            | 57             | 24348           | -4860           |
| 17  | 2.95 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 703            | 70             | 41378           | -8260           |
| 18  | 3.54 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 1037           | 77             | 61084           | -12193          |
| 19  | 4.13 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 1394           | 80             | 82075           | -16383          |
| 20  | 4.72 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 1749           | 77             | 102957          | -20552          |
| 21  | 5.31 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 2079           | 69             | 122412          | -24436          |
| 22  | 5.90 | 100,95 | 22.12           | 20.11           | 2376           | 62             | 139884          | -27923          |

**Verifiche a fessurazione**

**Combinazione n° 17**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|              |  |
|--------------|--|
| $A_{fs}$     | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| $A_{fi}$     | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| $M_{pf}$     | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| $M$          | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| $\epsilon_m$ | deformazione media espressa in [%]                             |
| $S_m$        | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| $w$          | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

**Verifica fessurazione paramento**

| N° | Y    | $A_{fs}$ | $A_{fi}$ | $M_{pf}$ | M       | $\epsilon_m$ | $S_m$  | w     |
|----|------|----------|----------|----------|---------|--------------|--------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.05    | 8.04     | -26.07   | 0.00    | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 2  | 0.37 | 32.17    | 8.04     | -38.84   | -0.40   | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 3  | 0.75 | 32.17    | 8.04     | -47.34   | -1.90   | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 4  | 1.12 | 32.17    | 8.04     | -56.58   | -4.91   | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 5  | 1.50 | 32.17    | 8.04     | -66.56   | -9.70   | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 6  | 1.87 | 32.17    | 8.04     | -77.28   | -16.40  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 7  | 2.25 | 32.17    | 16.08    | -89.63   | -25.16  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 8  | 2.62 | 32.17    | 16.08    | -101.92  | -36.19  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 9  | 3.00 | 32.17    | 16.08    | -114.95  | -49.75  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 10 | 3.37 | 32.17    | 16.08    | -128.71  | -66.11  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 11 | 3.75 | 32.17    | 16.08    | -143.20  | -85.51  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 12 | 4.12 | 32.17    | 16.08    | -158.43  | -108.22 | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 13 | 4.50 | 32.17    | 16.08    | -174.40  | -134.49 | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 14 | 4.87 | 32.17    | 16.08    | -191.10  | -164.58 | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 15 | 5.25 | 32.17    | 16.08    | -208.53  | -198.76 | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 16 | 5.62 | 32.17    | 16.08    | -226.70  | -237.27 | 0.0253       | 129.58 | 0.056 |
| 17 | 6.00 | 32.17    | 16.08    | -245.60  | -280.38 | 0.0286       | 129.58 | 0.063 |
| 18 | 6.37 | 32.17    | 16.08    | -265.24  | -328.35 | 0.0326       | 129.58 | 0.072 |
| 19 | 6.75 | 32.17    | 16.08    | -285.61  | -381.43 | 0.0398       | 129.58 | 0.088 |
| 20 | 7.12 | 32.17    | 16.08    | -306.71  | -439.88 | 0.0471       | 129.58 | 0.104 |
| 21 | 7.50 | 32.17    | 16.08    | -328.55  | -503.95 | 0.0548       | 129.58 | 0.121 |

**Verifica fessurazione fondazione**

| N° | Y     | $A_{fs}$ | $A_{fi}$ | $M_{pf}$ | M      | $\epsilon_m$ | $S_m$ | w     |
|----|-------|----------|----------|----------|--------|--------------|-------|-------|
| 1  | -1.15 | 22.12    | 20.11    | -262.66  | 0.00   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 2  | -1.06 | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 0.43   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 3  | -0.98 | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 1.72   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 4  | -0.89 | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 3.88   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 5  | -0.81 | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 6.91   | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 6  | -0.72 | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 10.83  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 7  | -0.64 | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 15.64  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 8  | -0.55 | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 21.35  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 9  | -0.47 | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 27.96  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 10 | -0.39 | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 35.48  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 11 | -0.30 | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 43.92  | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 12 | 0.75  | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 239.95 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 13 | 1.34  | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 209.98 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 14 | 1.93  | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 176.61 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |
| 15 | 2.52  | 22.12    | 20.11    | 261.08   | 140.79 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |

|    |      |       |       |         |        |        |      |       |
|----|------|-------|-------|---------|--------|--------|------|-------|
| 16 | 3.11 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 104.78 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 3.70 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 70.98  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 4.29 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 41.77  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 4.88 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 19.53  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 5.47 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 6.67   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 6.06 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 1.99   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 22 | 6.65 | 38.20 | 20.11 | -279.08 | 0.00   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

### Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M       | ε <sub>m</sub> | s <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.05           | 8.04            | -26.07          | 0.00    | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.37 | 32.17           | 8.04            | -38.84          | -0.40   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.75 | 32.17           | 8.04            | -47.34          | -1.90   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 1.12 | 32.17           | 8.04            | -56.58          | -4.91   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 1.50 | 32.17           | 8.04            | -66.56          | -9.72   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 1.87 | 32.17           | 8.04            | -77.28          | -16.53  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 2.25 | 32.17           | 16.08           | -89.63          | -25.60  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | 2.62 | 32.17           | 16.08           | -101.92         | -37.21  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | 3.00 | 32.17           | 16.08           | -114.95         | -51.61  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | 3.37 | 32.17           | 16.08           | -128.71         | -69.07  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | 3.75 | 32.17           | 16.08           | -143.20         | -89.85  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 4.12 | 32.17           | 16.08           | -158.43         | -114.20 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 4.50 | 32.17           | 16.08           | -174.40         | -142.40 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 4.87 | 32.17           | 16.08           | -191.10         | -174.69 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 5.25 | 32.17           | 16.08           | -208.53         | -211.35 | 0.0238         | 129.58         | 0.052 |
| 16 | 5.62 | 32.17           | 16.08           | -226.70         | -252.62 | 0.0271         | 129.58         | 0.060 |
| 17 | 6.00 | 32.17           | 16.08           | -245.60         | -298.76 | 0.0307         | 129.58         | 0.068 |
| 18 | 6.37 | 32.17           | 16.08           | -265.24         | -350.04 | 0.0380         | 129.58         | 0.084 |
| 19 | 6.75 | 32.17           | 16.08           | -285.61         | -406.72 | 0.0456         | 129.58         | 0.100 |
| 20 | 7.12 | 32.17           | 16.08           | -306.71         | -469.04 | 0.0534         | 129.58         | 0.118 |
| 21 | 7.50 | 32.17           | 16.08           | -328.55         | -537.27 | 0.0614         | 129.58         | 0.135 |

### Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | s <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.15 | 22.12           | 20.11           | -262.66         | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.06 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 0.46  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -0.98 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 1.83  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -0.89 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 4.12  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -0.81 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 7.34  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.72 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 11.50 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.64 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 16.60 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.55 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 22.66 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

|    |       |       |       |         |        |        |      |       |
|----|-------|-------|-------|---------|--------|--------|------|-------|
| 9  | -0.47 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 29.67  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | -0.39 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 37.64  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | -0.30 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 46.59  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 0.75  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 199.45 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 1.34  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 173.65 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 1.93  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 146.61 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 2.52  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 117.23 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 3.11  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 87.05  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 3.70  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 58.36  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 4.29  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 33.50  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 4.88  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 14.78  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 5.47  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 4.51   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 6.06  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 1.44   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 22 | 6.65  | 38.20 | 20.11 | -279.08 | 0.00   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

### Combinazione n° 19

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|              |  |
|--------------|--|
| $A_{fs}$     | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| $A_{fi}$     | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| $M_{pf}$     | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| $M$          | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| $\epsilon_m$ | deformazione media espressa in [%]                             |
| $s_m$        | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| $w$          | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | $A_{fs}$ | $A_{fi}$ | $M_{pf}$ | M       | $\epsilon_m$ | $s_m$  | w     |
|----|------|----------|----------|----------|---------|--------------|--------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.05    | 8.04     | -26.07   | 0.00    | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 2  | 0.37 | 32.17    | 8.04     | -38.84   | -0.40   | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 3  | 0.75 | 32.17    | 8.04     | -47.34   | -1.90   | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 4  | 1.12 | 32.17    | 8.04     | -56.58   | -4.94   | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 5  | 1.50 | 32.17    | 8.04     | -66.56   | -9.92   | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 6  | 1.87 | 32.17    | 8.04     | -77.28   | -17.18  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 7  | 2.25 | 32.17    | 16.08    | -89.63   | -27.02  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 8  | 2.62 | 32.17    | 16.08    | -101.92  | -39.73  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 9  | 3.00 | 32.17    | 16.08    | -114.95  | -55.60  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 10 | 3.37 | 32.17    | 16.08    | -128.71  | -74.91  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 11 | 3.75 | 32.17    | 16.08    | -143.20  | -97.92  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 12 | 4.12 | 32.17    | 16.08    | -158.43  | -124.90 | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 13 | 4.50 | 32.17    | 16.08    | -174.40  | -156.11 | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 14 | 4.87 | 32.17    | 16.08    | -191.10  | -191.83 | 0.0229       | 129.58 | 0.050 |
| 15 | 5.25 | 32.17    | 16.08    | -208.53  | -232.31 | 0.0264       | 129.58 | 0.058 |
| 16 | 5.62 | 32.17    | 16.08    | -226.70  | -277.81 | 0.0307       | 129.58 | 0.068 |
| 17 | 6.00 | 32.17    | 16.08    | -245.60  | -328.60 | 0.0384       | 129.58 | 0.085 |
| 18 | 6.37 | 32.17    | 16.08    | -265.24  | -384.94 | 0.0463       | 129.58 | 0.102 |
| 19 | 6.75 | 32.17    | 16.08    | -285.61  | -447.08 | 0.0545       | 129.58 | 0.120 |
| 20 | 7.12 | 32.17    | 16.08    | -306.71  | -515.29 | 0.0629       | 129.58 | 0.139 |
| 21 | 7.50 | 32.17    | 16.08    | -328.55  | -589.81 | 0.0716       | 129.58 | 0.158 |

### Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | $A_{fs}$ | $A_{fi}$ | $M_{pf}$ | M    | $\epsilon_m$ | $s_m$ | w     |
|----|-------|----------|----------|----------|------|--------------|-------|-------|
| 1  | -1.15 | 22.12    | 20.11    | -262.66  | 0.00 | 0.0000       | 0.00  | 0.000 |

|    |       |       |       |         |        |        |      |       |
|----|-------|-------|-------|---------|--------|--------|------|-------|
| 2  | -1.06 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 0.50   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 3  | -0.98 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 1.99   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 4  | -0.89 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 4.48   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 5  | -0.81 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 7.99   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 6  | -0.72 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 12.51  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 7  | -0.64 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 18.05  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 8  | -0.55 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 24.62  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | -0.47 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 32.23  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | -0.39 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 40.88  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | -0.30 | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 50.58  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 0.75  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 138.71 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 1.34  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 119.14 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 1.93  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 101.60 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 2.52  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 81.90  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 3.11  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 60.45  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 3.70  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 39.45  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 4.29  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 21.11  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 4.88  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 7.65   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 5.47  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 1.27   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 6.06  | 22.12 | 20.11 | 261.08  | 0.61   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 22 | 6.65  | 38.20 | 20.11 | -279.08 | 0.00   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

### Combinazione n° 20

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|              |  |
|--------------|--|
| $A_{fs}$     | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| $A_{fi}$     | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| $M_{pf}$     | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| $M$          | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| $\epsilon_m$ | deformazione media espressa in [%]                             |
| $s_m$        | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| $w$          | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | $A_{fs}$ | $A_{fi}$ | $M_{pf}$ | M       | $\epsilon_m$ | $s_m$  | w     |
|----|------|----------|----------|----------|---------|--------------|--------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.05    | 8.04     | -26.07   | 0.00    | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 2  | 0.37 | 32.17    | 8.04     | -38.84   | -0.42   | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 3  | 0.75 | 32.17    | 8.04     | -47.34   | -1.98   | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 4  | 1.12 | 32.17    | 8.04     | -56.58   | -5.12   | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 5  | 1.50 | 32.17    | 8.04     | -66.56   | -10.10  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 6  | 1.87 | 32.17    | 8.04     | -77.28   | -17.07  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 7  | 2.25 | 32.17    | 16.08    | -89.63   | -26.17  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 8  | 2.62 | 32.17    | 16.08    | -101.92  | -37.64  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 9  | 3.00 | 32.17    | 16.08    | -114.95  | -51.74  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 10 | 3.37 | 32.17    | 16.08    | -128.71  | -68.74  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 11 | 3.75 | 32.17    | 16.08    | -143.20  | -88.90  | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 12 | 4.12 | 32.17    | 16.08    | -158.43  | -112.49 | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 13 | 4.50 | 32.17    | 16.08    | -174.40  | -139.78 | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 14 | 4.87 | 32.17    | 16.08    | -191.10  | -171.03 | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 15 | 5.25 | 32.17    | 16.08    | -208.53  | -206.52 | 0.0000       | 0.00   | 0.000 |
| 16 | 5.62 | 32.17    | 16.08    | -226.70  | -246.52 | 0.0264       | 129.58 | 0.058 |
| 17 | 6.00 | 32.17    | 16.08    | -245.60  | -291.28 | 0.0299       | 129.58 | 0.066 |
| 18 | 6.37 | 32.17    | 16.08    | -265.24  | -341.08 | 0.0358       | 129.58 | 0.079 |
| 19 | 6.75 | 32.17    | 16.08    | -285.61  | -396.18 | 0.0432       | 129.58 | 0.095 |
| 20 | 7.12 | 32.17    | 16.08    | -306.71  | -456.85 | 0.0508       | 129.58 | 0.112 |

|    |      |       |       |         |         |        |        |       |
|----|------|-------|-------|---------|---------|--------|--------|-------|
| 21 | 7.50 | 32.17 | 16.08 | -328.55 | -523.35 | 0.0587 | 129.58 | 0.129 |
|----|------|-------|-------|---------|---------|--------|--------|-------|

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M      | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.15 | 22.12           | 20.11           | -262.66         | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.06 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 0.46   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -0.98 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 1.84   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -0.89 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 4.14   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -0.81 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 7.38   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.72 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 11.56  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.64 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 16.68  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.55 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 22.75  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.47 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 29.78  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.39 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 37.78  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.30 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 46.74  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.75  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 206.85 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 1.34  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 178.32 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 1.93  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 147.77 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 2.52  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 115.78 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 3.11  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 84.25  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 3.70  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 55.23  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 4.29  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 30.73  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 4.88  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 12.79  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 5.47  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 3.43   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 6.06  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 1.13   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 6.65  | 38.20           | 20.11           | -279.08         | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

Combinazione n° 21

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

S<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M       | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.05           | 8.04            | -26.07          | 0.00    | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.37 | 32.17           | 8.04            | -38.84          | -0.41   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.75 | 32.17           | 8.04            | -47.34          | -1.96   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 1.12 | 32.17           | 8.04            | -56.58          | -5.06   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 1.50 | 32.17           | 8.04            | -66.56          | -9.99   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 1.87 | 32.17           | 8.04            | -77.28          | -16.88  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 2.25 | 32.17           | 16.08           | -89.63          | -25.89  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | 2.62 | 32.17           | 16.08           | -101.92         | -37.23  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | 3.00 | 32.17           | 16.08           | -114.95         | -51.18  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | 3.37 | 32.17           | 16.08           | -128.71         | -67.99  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | 3.75 | 32.17           | 16.08           | -143.20         | -87.93  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 4.12 | 32.17           | 16.08           | -158.43         | -111.26 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

|    |      |       |       |         |         |        |        |       |
|----|------|-------|-------|---------|---------|--------|--------|-------|
| 13 | 4.50 | 32.17 | 16.08 | -174.40 | -138.25 | 0.0000 | 0.00   | 0.000 |
| 14 | 4.87 | 32.17 | 16.08 | -191.10 | -169.16 | 0.0000 | 0.00   | 0.000 |
| 15 | 5.25 | 32.17 | 16.08 | -208.53 | -204.27 | 0.0000 | 0.00   | 0.000 |
| 16 | 5.62 | 32.17 | 16.08 | -226.70 | -243.82 | 0.0261 | 129.58 | 0.057 |
| 17 | 6.00 | 32.17 | 16.08 | -245.60 | -288.09 | 0.0295 | 129.58 | 0.065 |
| 18 | 6.37 | 32.17 | 16.08 | -265.24 | -337.34 | 0.0349 | 129.58 | 0.077 |
| 19 | 6.75 | 32.17 | 16.08 | -285.61 | -391.83 | 0.0422 | 129.58 | 0.093 |
| 20 | 7.12 | 32.17 | 16.08 | -306.71 | -451.84 | 0.0497 | 129.58 | 0.110 |
| 21 | 7.50 | 32.17 | 16.08 | -328.55 | -517.61 | 0.0575 | 129.58 | 0.127 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M      | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.15 | 22.12           | 20.11           | -262.66         | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.06 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 0.45   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -0.98 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 1.81   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -0.89 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 4.09   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -0.81 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 7.28   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.72 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 11.40  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.64 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 16.46  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.55 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 22.45  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.47 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 29.39  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.39 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 37.27  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.30 | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 46.11  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.75  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 163.52 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 1.34  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 142.84 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 1.93  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 119.43 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 2.52  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 93.85  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 3.11  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 67.97  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 3.70  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 43.80  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 4.29  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 23.34  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 4.88  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 8.59   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 5.47  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 1.55   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 6.06  | 22.12           | 20.11           | 261.08          | 0.65   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 6.65  | 38.20           | 20.11           | -279.08         | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |